

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



**Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo
(*Triticum aestivum* L.) por cáscara de mango (*Mangífera
indica* L.) var. kent en polvo sobre las características
fisicoquímicas y sensoriales de galletas dulces**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ROXANA LÓPEZ PAZ

TRUJILLO, PERÚ

2018

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:

Ing. Dr. Antonio Rodríguez Zevallos
PRESIDENTE

Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta
SECRETARIO

Ing. Ms. Max Vásquez Senador
VOCAL

Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez
ASESORA

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, la salud y porque siempre me guía y me protege para poder vencer las dificultades que se presentan en el camino.

A mis padres, Reinerio López que desde el cielo es mi ángel que me guía para seguir siempre adelante y a mi madre Guillermina Paz, por estar siempre a mi lado en cada etapa de mi vida, brindándome su apoyo incondicional y depositar su confianza en mí.

A mis hermanos: Viviana, Reynaldo y Patricia, en especial a mi hermana Viviana que más que una hermana es una amiga porque siempre ha estado conmigo dándome consejos para seguir triunfando en la vida.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial a la Ms. Carla Pretell Vásquez, por su asesoramiento, orientación, y supervisión continúa para llevar a cabo este trabajo y por su motivación y enseñanza durante los años académicos.

A los señores miembros del jurado Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos, Ms. Luis Márquez Villacorta e Ing. Max Vásquez Senador, por ayudarme a mejorar en este trabajo de investigación.

Al Ing. Jesús Obregón Domínguez, por haber contribuido con la parte estadística del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CARÁTULA.....	i
APROBACION POR EL JURADO DE TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	5
2.1. Generalidades.....	5
2.1.1. Definición.....	5
2.1.2. Clasificación de las galletas	6
2.1.2.1. Por su sabor	6
2.1.2.2. Por su presentación	6
2.2. Harina	6
2.2.1. Definición.....	6
2.2.2. Composición química de harina	7
2.3. Fibra Dietética	7
2.3.1. Generalidades	7
2.3.2. Clasificación de la fibra dietética	9
2.3.2.1. Fibra dietética soluble (FDS).....	9
2.3.2.2. Fibra dietética insoluble (FDI)	9
2.3.3. Propiedades funcionales de la fibra dietética	9
2.3.3.1. Capacidad de retención de agua (CRA).....	10
2.3.3.2. Capacidad de absorción de aceite (CAA).....	10
2.3.3.3. Capacidad de hinchamiento.....	10
2.3.3.4. Beneficios del consumo de fibra dietética	11
2.3.4. Composición química de la fibra dietética.	14

2.4.	Fibra cruda.....	15
2.5.	Mango.....	16
2.5.1.	Generalidades	16
2.5.2.	Variedades.....	17
2.5.3.	Producción de mango	18
2.5.4.	Composición nutricional del mango.....	20
2.5.5.	Conservación del mango.....	21
2.5.6.	Aprovechamiento de desechos orgánicos de la agroindustria.....	21
2.5.7.	Polvo de cáscara de mango.....	24
2.5.7.1.	Elaboración de polvo de cáscara de mango	24
2.5.7.2.	Aplicaciones en la industria alimentaria	25
2.5.7.3.	Contenido de fibra	26
2.6.	Métodos de evaluación en la galleta	26
2.6.1.	Firmeza.....	26
2.6.2.	Color instrumental	27
2.6.3.	Contenido de fibra cruda	27
2.6.4.	Aceptabilidad general	27
III.	MATERIALES Y METODOS	29
3.1.	Materiales y equipos	29
3.1.1.	Lugar de ejecución.....	29
3.1.2.	Materiales	29
3.1.3.	Equipos.....	29
3.1.4.	Material de vidrio.....	30
3.2.	Esquema experimental.....	30
3.3.	Metodología experimental	32
3.3.1.	Elaboración de polvo de cáscara de mango.....	32
3.3.2.	Elaboración de galletas dulces.....	33
3.3.3.	Formulación para la elaboración de galletas dulces	35
3.3.4.	Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de galleta dulce con polvo de cáscara de mango	35
3.3.5.	Métodos de análisis	36
3.4.	Método estadístico	39
3.4.1.	Evaluación fisicoquímica.....	39

3.4.2. Evaluación sensorial	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	40
4.1. Efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre la firmeza en galleta dulce	40
4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre el color en galleta dulce	43
4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre el contenido de fibra cruda en galleta dulce	52
4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre la aceptabilidad general en galleta dulce	55
V. CONCLUSIONES	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. BIBLIOGRAFIA	60
VIII. ANEXOS	64

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Principales departamentos productores de mango en Perú.	19
Cuadro 2. Composición química y energética del mango.....	20
Cuadro 3. Composición fisicoquímica de la cáscara de mango.....	23
Cuadro 4. Características fisicoquímicas del polvo de cáscara de mango.....	24
Cuadro 5. Formulación de las galletas dulces.....	35
Cuadro 6. Prueba de Levene para firmeza en galleta dulce.....	41
Cuadro 7. Análisis de varianza para firmeza en galleta dulce.....	42
Cuadro 8. Prueba de Duncan para firmeza en galleta dulce.....	42
Cuadro 9. Prueba de Levene para Luminosidad L^* en galleta dulce.....	44
Cuadro 10. Análisis de varianza para color instrumental en galleta dulce.....	45
Cuadro 11. Prueba de Duncan para luminosidad L^* en galleta dulce.....	45
Cuadro 12. Prueba de Levene para cromaticidad a^* en galleta dulce.....	47
Cuadro 13. Análisis de varianza para cromaticidad a^* en galleta dulce.....	48
Cuadro 14. Prueba de Duncan para cromaticidad a^* en galleta dulce.....	48
Cuadro 15. Prueba de Levene para cromaticidad b^* en galleta dulce.....	50
Cuadro 16. Análisis de varianza para cromaticidad b^* en galleta dulce con polvo de cáscara de mango.....	51
Cuadro 17. Prueba de Duncan para los valores de cromaticidad (b^*) en galleta dulce.....	52
Cuadro 18. Prueba de Levene para fibra en galleta dulce.....	54
Cuadro 19. Análisis de varianza para los valores de fibra en galleta dulce.....	54
Cuadro 20. Prueba Duncan para fibra en galleta dulce.....	55
Cuadro 21. Prueba Friedman para los valores de moda de aceptabilidad general en galleta dulce con polvo de cáscara de mango.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema experimental para evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.....	31
Figura 2. Diagrama para la elaboración de polvo de cáscara de mango	32
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces con polvo de cáscara de mango.....	34
Figura 4. Ficha para la prueba de aceptabilidad general en galleta dulce con polvo de cáscara de mango	38
Figura 5. Firmeza en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce	40
Figura 6. Luminosidad (L^*) en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce.....	43
Figura 7. Variaciones de cromaticidad (a^*) en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galletas dulces.....	46
Figura 8. Variaciones de Cromaticidad b^* en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce.	49
Figura 9. Fibra cruda en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce	52
Figura 10. Moda en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Valores de firmeza, color (L^* , a^* y b^*) y contenido de fibra en galleta dulce (1era, 2da y 3era repetición)	64
Anexo 2. Valores de aceptabilidad general	65
Anexo 3. Ficha técnica de harina de trigo.....	66
Anexo 4. Proceso para elaborar polvo a partir de cáscara de mango mediante molienda	67
Anexo 5. Proceso de acondicionamiento de la masa para galleta dulce	68
Anexo 6. Proceso de formado y cortado de la masa para elaborar galleta dulce con polvo de cáscara de mango	69
Anexo 7. Proceso de horneado	70
Anexo 8. Evaluación de aceptabilidad general en galleta dulce	71
Anexo 9. Prueba de color y firmeza en galleta dulce	72

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por polvo de cáscara de mango (*Mangifera indica*) var. Kent (2.5, 5 y 7.5 %) sobre la firmeza, color, contenido de fibra, y aceptabilidad general en galletas dulces, se consideró una muestra control sin sustitución. Las variables fueron evaluadas después de 2 días de haberse elaborado la galleta. El análisis de varianza mostró un efecto significativo ($p < 0.01$) en la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre la firmeza, color (L^* , a^* y b^*) y contenido de fibra y en galletas dulces. Se determinó que la firmeza, contenido de fibra, cromaticidad (a^*) son directamente proporcional; a diferencia de la luminosidad (L^*) y cromaticidad (b^*) que son inversamente proporcional a la concentración de polvo de cáscara de mango, respectivamente. La prueba de Duncan determinó que la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango al 5% permitió obtener una adecuada firmeza de 35.58 N, mejor luminosidad L^* (55.23), cromaticidad a^* (8.68) y cromaticidad b^* (27.84) con el tratamiento de 5% de polvo de cáscara de mango, así mismo se obtuvo un contenido de fibra de 10.60%, esto se debe a los componentes del mango como la pectina responsable de estas características, demostrando que existió diferencia significativa entre las sustituciones. Para la evaluación sensorial, se aplicó la prueba de Friedman, donde se observó que la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango al 5% presentó una moda de 7 a la percepción de “Me gusta” entre los panelistas mostrando que no existió una diferencia significativa ($p > 0.01$) entre las muestras evaluadas.

ABSTRACT

The effect of the partial substitution of wheat flour (*Triticum aestivum*) by mango rind powder (*Mangifera indica*) var. Kent (2.5, 5 and 7.5%) on the firmness, color, fiber content, general acceptability in sweet cookies, a control sample was made without substitution. The variables were evaluated after 2 days after the cookie was made. The analysis of variance showed a significant effect ($p < 0.01$) in the replacement of wheat flour with mango peel powder on the firmness, color (L^* , a^* and b^*) and fiber content and sweet cookies. It was determined that the firmness, fiber content, chromaticity (a^*) are directly proportional; a difference in luminosity (L^*) and chromaticity (b^*) that is inversely proportional to the concentration of mango husk powder, respectively. The Duncan test determined that substitution of wheat flour for mango powder at 5% to obtain an adequate firmness of 35.58 N, better luminosity L^* (55.23), chromaticity a^* (8.68) and chromaticity b^* (27.84) with the treatment of 5% mango peel powder, likewise a fiber content of 10.60% was obtained, this is due to mango components such as pectin responsible for these characteristics, showing that there was a significant difference between substitutions. For the sensory evaluation, the Friedman test was applied, where the substitution of the wheat flour for the powder of the mango husk was made at 5%, a fashion of 7 was presented to the perception of "Like" between the panelists showing that there was not a significant difference ($p > 0.01$) between the samples evaluated.

I. INTRODUCCIÓN

En la zona norte de Piura, se pierden considerables cantidades de recursos naturales, por no ser aprovechados adecuadamente y esto se debe a algunos motivos como: sobreproducción, manipuleo inadecuado, grandes distancias entre los centros de producción y los centros de consumo, transporte, distribución y almacenamiento deficiente. Tenemos algunos productos muy importantes y excedentes de producción de origen vegetal en temporadas alternas y no existe el aprovechamiento óptimo, integral y adecuado de sus productos agroindustriales, como son sus frutos y vainas de estos vegetales; que tiene un aporte considerable de fuente nutricional y de fibra alimentaria (Quispe, 2011).

Las frutas se caracterizan por estar compuestas principalmente por 3 partes fundamentales, pulpa, semilla y cáscara, siendo la pulpa la parte comestible más consumida por la población en general y la cáscara la parte residual del alimento, ya que esa pocas veces se utilizan en diversas funciones específicas, como lo son: elaboración de pectina, sustratos, composteo, harinas cítricas, aceites esenciales, así como también compuestos bioactivos con efectos benéficos para la salud, como la fibra y los polifenoles (Basso, 2011)

Diversos tipos de frutas son destinadas como insumos para la agroindustria, con la finalidad de la elaboración principalmente de jugos, utilizando como materia prima la pulpa de estos dejando cantidades considerables de desecho, ya que no se consideran de utilidad para el proceso que las generó, como es el caso del mango, las cantidades de residuo obtenido son muy significativas afectando con esto al medio ambiente ya que gran parte de estos residuos agroindustriales se disponen sobre el suelo sin ningún tratamiento previo originando, propiciando su descomposición con la obtención de agentes infecciosos (campos, 2015).

Las galletas son los productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidos por el cocimiento de masas preparadas con harinas, con o sin leudantes, leche, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados (NTP. 206, 1992).

Tanto el pan como las galletas y otros productos de panificación han sido desde hace muchos años, alimentos básicos en las dietas de millones de personas en todo el mundo. Las galletas son productos con gran valor nutritivo, el cual depende mucho de la calidad de los ingredientes y aditivos en su composición (Fierro y Jara, 2010).

El mango es una de las frutas tropicales de mayor consumo fresco en el mundo, los valles de Piura (7.42% de la producción nacional) y Lambayeque son los departamentos que poseen el mayor porcentaje de producción de mangos en el Perú, las exportaciones peruanas están creciendo de una manera sostenida y permanente, de tal forma que en el período 2001-2016 dicho incremento ha sido a una tasa promedio anual de 12.6%. Por lo tanto, si en el año 2001 se exportaba 26.5 mil toneladas, al año 2016 las exportaciones han alcanzado un volumen de 157 mil toneladas, más de cinco veces lo registrado en los primeros años del siglo (MINAGRI, 2017)

Hay muchos subproductos de frutas (cáscaras) que son considerados como desperdicios, pero que aún contiene nutrientes, antioxidantes y fibra dietaria que pueden ser empleados en la industria alimentaria, para ser procesados con el fin de obtener nuevos ingredientes que se pueden integrar a matrices biológicas (Hincapié y otros, 2014).

El alto contenido de azúcares de la cáscara del mango ha despertado gran interés para utilizarla como fuente de carbono en los procesos de fermentación. Las propiedades funcionales tecnológicas que

presenta la fibra dietética como la capacidad de retención de agua y aceite, tienen efectos benéficos en los productos alimentarios y efectos fisiológicos en el organismo del ser humano (Ajila y otros, 2008).

Su consumo previene distintas enfermedades como el cáncer al colon, diabetes, enfermedades cardiovasculares, ayuda a la disminución del colesterol, etc. El contenido de fibra dietética se encuentra mayormente en las frutas y hortalizas, así como, en sus subproductos, como las cáscaras, semillas y hojas, las cuales pueden ser aprovechadas mediante procesos tecnológicos para la obtención de fibra dietética (Mantos y Chambilla, 2010).

El problema planteado para el presente trabajo de investigación fue:

¿Cuál será el efecto de la sustitución de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por polvo cáscara de mango (*Mangífera indica* L.) var. Kent (2.5, 5.0 y 7.5%) sobre la firmeza, color, contenido de fibra cruda y aceptabilidad general en galletas dulces?

Los objetivos propuestos fueron:

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango var. Kent sobre la firmeza, color, fibra cruda y aceptabilidad general en galletas dulces.

Determinar la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango que permita obtener la mejor firmeza, color, mayor contenido de fibra cruda y aceptabilidad general en galletas dulces.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Generalidades

2.1.1. Definición

Las galletas son productos que no requieren preparación previa, de la cual el ingrediente característico es el cereal molido, ya sea que contenga o no carbohidratos edulcorantes, pero que excluye a los bizcochos o al pan. Las galletas son los productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidos por el cocimiento de masas preparadas con harinas con o sin leudantes, leche, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes y otros ingredientes permitidos y debidamente autorizados (Norma Técnica Peruana 206.0001-03, 1992)

Los requisitos para la fabricación de galletas según Norma Técnica peruana 206.0001-03 (1992) son los siguientes:

- Deberán fabricarse a partir de materias primas sanas y limpias, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación.
- Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales conforme a la Norma Técnica Nacional 22: 01-003. Aditivos alimentarios. Colorantes de uso permitido en alimentos.
- Requisitos fisicoquímicos:

Humedad	: máximo 12%.
Cenizas totales	: máximo 3%.
Índice de peróxido	: máximo 5 mg/kg
Acidez, expresada en ácido láctico	: máximo 0.1%.

2.1.2. Clasificación de las galletas

2.1.2.1. Por su sabor

- Saladas.
- Dulces.
- Sabores especiales.

2.1.2.2. Por su presentación

- Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego de cocido.
- Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno.
- Revestidas: Cuando exteriormente presenta un revestimiento apropiado pudiendo ser simple o rellena.

2.2. Harina

2.2.1. Definición

Las harinas son aquellas obtenidas como resultado de la molienda de cereales, tubérculos, raíces, leguminosas y otras que reúnan características apropiadas para ser utilizada en el consumo humano. La designación de harina es exclusiva del producto obtenido de la molienda del trigo. La denominación de cada harina sucedánea se formará añadiendo al término harina el nombre de la materia prima de que se trate. Las harinas sucedáneas deberán estar libres de toda sustancia o cuerpo toxico extraño a su naturaleza excepto los aditivos debidamente autorizados. Las harinas no deberán proceder de materias primas en mal estado de conservación (Norma Técnica Peruana 205.040, 1976). Al respecto de las determinaciones analíticas, se admitirán las siguientes tolerancias según Norma Técnica Peruana 205 040 (1976).

2.2.2. Composición química de harina

Según la Norma Técnica Peruana 205.040 (1976), la composición química de harina sucedánea se muestra a continuación.

Cenizas	: 5%
Acidez (%) en ácido sulfúrico	: 10%
Humedad	: 16%

A continuación se detalla la composición química de harina de trigo (Molinera Inca).

Componente	Contenido (%)
Humedad	15 %
Cenizas	0.61% (15% humedad) 0.72% (base seca)
Fibra	1.70 %
Proteínas	14.25 %
Carbohidratos	65.5 %
Grasas	2.75 %

Fuente: Molinera Inca

2.3. Fibra Dietética

2.3.1. Generalidades

La fibra dietética se define como una sustancia procedente de las plantas que no puede ser digerida por las enzimas del tracto digestivo humano. Es el residuo orgánico de los alimentos de origen vegetal, que no es hidrolizado por los jugos digestivos del tracto gastrointestinal y que sólo puede descomponerse en parte en el intestino grueso. Debido que el organismo expulsa la mayoría de estos compuestos, se consideraba antes innecesaria. En la actualidad se denominan "hidratos de carbono no digestibles". Su función en la naturaleza es la del soporte de las paredes celulares y tejidos de las plantas. La fibra se encuentra presente en las hortalizas, las frutas, los

frutos secos, los cereales integrales y las legumbres enteras. Son moléculas tan complejas y resistentes que no son capaces de digerirlas y llegan al intestino grueso sin asimilar (Alba y otros, 2008).

La fibra dietética presenta efectos fisiológicos benéficos para la salud del cuerpo humano. El valor nutricional en beneficios para la salud de polvos o concentrados de fibra dietética provenientes de frutas y vegetales, es considerable debido a la presencia de compuestos bioactivos tales como polifenoles, flavonoides, carotenoides y otros que presentan una actividad antioxidante y propiedades anticancerígenas y antimutagénicas (Bisso, 2010).

La Administración de Alimentos y Fármacos (FDA), aconseja el consumo entre 30 y 40 g/día de fibra dietética distribuida en un 30% de fibra insoluble y un 70% de fibra soluble para las personas adultas. Una dieta que aporte entre unos 30 g de fibra al día, obtenidos a través de fruta, verdura, legumbres y cereales integrales. Dos piezas de fruta, 100 g de hortalizas, 50 g de legumbres y 50 g de pan integral son suficientes para cumplir con esta recomendación (FDA, 2007).

El principal compuesto de la fibra que ingerimos con la dieta es la celulosa, la cual es un polisacárido formado por largas hileras de celulosa fuertemente unidas entre sí. Es el principal material de sostén de las plantas, con el que forman su esqueleto se utiliza para hacer papel. Otros componentes habituales de la fibra dietética son la hemicelulosa, lignina y las sustancias pécticas.

Algunos tipos de fibra retienen varias veces su peso de agua, por lo que son la base de una buena movilidad intestinal al aumentar el volumen y ablandar los residuos intestinales. Debido al efecto que provoca al retrasar la absorción de nutrientes, es indispensable en el tratamiento de la diabetes para evitar rápida subida de glucosa en sangre. También aporta algo de energía al absorber los ácidos grasos que se libera de su fermentación bajo la acción de la flora intestinal. Por último,

sirve de lastre y material de limpieza del intestino grueso y delgado (Alba y otros, 2008).

2.3.2. Clasificación de la fibra dietética

La fibra dietética puede clasificarse por su comportamiento en medio acuoso en:

2.3.2.1. Fibra dietética soluble (FDS)

La FDS forma un retículo en contacto con el agua donde esta queda atrapada, originando soluciones de alta viscosidad. Son fibras con elevada capacidad para retener el agua entre las que destacan las pectinas, algunas hemicelulosas, las gomas, los mucilagos y los polisacáridos procedentes de algas, esta capacidad gelificante es la responsable de muchos de los efectos fisiológicos de la fibra, como la disminución de la glucemia posprandial o la regulación de los niveles plasmáticos de colesterol (Rodríguez, 2010).

2.3.2.2. Fibra dietética insoluble (FDI)

La FDI se caracteriza por su escasa capacidad para formar soluciones viscosas. Pueden retener agua, aunque siempre en menor proporción que las fibras solubles. Dentro de este grupo se incluyen la celulosa, diversas hemicelulosas y la lignina. Este tipo de fibra es la más adecuada para la prevención del estreñimiento (Rodríguez, 2010).

2.3.3. Propiedades funcionales de la fibra dietética

El término funcionalidad de un componente o ingrediente de un alimento ha sido definido como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afecta y modifica alguna de las características de un alimento y que contribuye a la calidad del producto final. Las propiedades funcionales de la fibra dietética son influenciadas no solamente por los constituyentes de la fibra, también por el procesamiento al cual fue sometida y por el tamaño de la partícula. Dentro de las propiedades

funcionales de la fibra dietética se encuentran la capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, capacidad de hinchamiento, la actividad emulsificante y la estabilidad emulsificante (Pérez y Márquez, 2006).

A continuación, se describen las tres principales propiedades funcionales de la fibra dietética:

2.3.3.1. Capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA de una fibra representa su facultad para conservarla en el interior de su matriz. El interés por la CRA de las fibras surge de la idea de que las que poseen una elevada capacidad, aumentan el peso de las heces. Esta capacidad es mucho mayor en las fibras solubles, como las pectinas y las gomas, que en las insolubles como la celulosa y el salvado de trigo (Moreno, 2013).

2.3.3.2. Capacidad de absorción de aceite (CAA)

Esta característica está relacionada con la naturaleza de la superficie y con la densidad de las partículas, por lo que particularmente las mayores, con mayor superficie, presentan teóricamente una mayor capacidad de absorción de sustancias oleosas. La fibra alimentaria rica en lignina tiene mayor capacidad, mientras que la celulosa no parece afectar esta característica. Fibras con alta CAA se utilizan como ingredientes en alimentación para la estabilización de productos altos en grasas y emulsiones (Moreno, 2013).

2.3.3.3. Capacidad de hinchamiento

Se refiere a la capacidad del producto para aumentar su volumen en exceso de agua. En la industria panificadora la inclusión de fibra, en referencia con esta propiedad, soluciona problemas con la pérdida de volumen y humedad, proporcionando mayor estabilidad durante la vida en anaquel (Sánchez, 2005).

2.3.3.4. Beneficios del consumo de fibra dietética

El bajo consumo de fibra se ha asociado con la incidencia de enfermedades como estreñimiento, hemorroides, intestino irritable, diverticulosis, cánceres de colon, recto y mama, enfermedades del corazón y venas varicosas, entre algunos padecimientos (Pérez, 2006).

Las fibras consiguen que las deposiciones sean más frecuentes y que las heces más voluminosas y blandas. De hecho, los suplementos de fibra contribuyen la medida de elección en el tratamiento del estreñimiento funcional o en situaciones especiales, como la gestación o cuando la ingesta de comida se reduce, como ocurre en los ancianos con poca actividad física. La ingesta adecuada de fibra previene la formación de diverticulosis, al aumentar masa suficiente los contenidos intestinales en el colon, ya que se requiere menos fuerza contráctil de tipo propulsivo para promover su avance distal. Además, la suplementación de fibra es la opción terapéutica en el tratamiento de diverticulosis colónica, ya que, aunque los divertículos ya formados no son restaurados a un estado de normalidad, la masa suministrada previene la formación de nuevos divertículos, lo que disminuye la presión colónica, reduciendo así la posibilidad de que un divertículo formado “estalle” o se inflame (Sánchez, 2010).

- **Obesidad**

La obesidad es un problema que se debe a un desequilibrio entre el aporte calórico de la dieta y su utilización. En este sentido la fibra ayuda a controlar la ingesta calórica por diversos mecanismos entre los que destacan: 1) La fibra tiene una elevada capacidad para retener agua y un bajo poder energético, con lo que contribuye disminuir la densidad calórica en la dieta; 2) requieren más masticación y , por lo tanto mayor tiempo

para su ingestión favoreciendo la sensación de saciedad; 3) retarda la velocidad del vaciamiento gástrico, disminuyendo el hambre; 4) disminuye la absorción de ácidos grasos, hidratos de carbono en el intestino delgado, reduciendo el aporte calórico; 5) aumenta el volumen fecal y corrige el estreñimiento que muchos pacientes sufren en el transcurso de las dietas de adelgazamiento (Sánchez , 2010).

- **Aterosclerosis y enfermedades coronarias**

Estudios demostraron que existe una relación inversa entre cantidad de fibra consumida y la morbilidad por enfermedades coronarias. La mayoría de ellos encontraron una reducción en el riesgo de padecer enfermedad coronaria que oscila entre 40 y 48 % cuando se compara el consumo más alto de fibra (media entre 23 y 29 g/día. En estos trabajos se propone que un incremento en el consumo diario de 10 g de fibra disminuye el riesgo de enfermedades coronarias un 19 %. De las diferentes fuentes de fibra utilizadas, los cereales mostraron una asociación más fuerte con la reducción del riesgo de enfermedad coronaria, disminuyendo esta un 29 % por cada 10 g de incremento diario en su consumo (Sánchez, 2010).

- **Diabetes**

Estudios realizados en humanos demostraron que el consumo de altas cantidades de fibras presentaba un efecto positivo en los niveles de glucemia. La fibra es capaz de mejorar la homeostasis de la glucosa en individuos diabéticos, se sabe que esta propiedad tiene un origen multifactorial. La fracción soluble es la más eficaz en el control de la glucemia, proponiéndose como

posibles factores: 1) retraso en el vaciamiento gástrico disminuyendo la ingesta de alimentos; 2) atrapamiento de los hidratos de carbono en la matriz de la fibra, que dará lugar a una reducción en la accesibilidad de las enzimas intestinales para hidrolizar los azúcares, así como una menor difusión de la glucosa liberada. Todo ello llevara a una disminución de la absorción de la glucosa; 3) incremento de la liberación de insulina y disminución de la resistencia a esta hormona (Sánchez, 2010).

- **Cáncer al colon**

El consumo de dietas en alimentos ricos en fibras, esta inversamente relacionado con cáncer de colon. Los mecanismos que se especulan por los que la fibra puede tener un efecto protector frente al cáncer al colon son variados:

- **Rápido tránsito de la masa fecal:** Al disminuir el tiempo de contacto de sustancias carcinogénicas con la mucosa cólica.
- **Efecto diluyente:** el mayor volumen fecal crea un efecto de dilución de las sustancias carcinogénicas.
- **Acidificación del contenido cólico:** La fermentación de la fibra produce ácidos de cadena corta, inactivando la enzima microbiana 7- α dehidrolasa que transforma los ácidos biliares de primarios a secundarios. A l mismo tiempo la acidificación dificulta la absorción de calcio, el cual parece ser otro factor protector al dificultar la absorción de ácidos biliares.
- **Mejor nutrición de las células cólicas:** Los ácidos grasos de cadenas cortas son nutrientes especialmente adecuados para las células cólicas, y en especial el

butirato que parece favorecer el desarrollo de las células cólicas en el crecimiento de las tumorales, teniendo un efecto protector en la réplica del ADN (Moreno, 2013).

- **Estreñimiento**

El estreñimiento se define como la evacuación de heces excesivamente secas, escasas e infrecuentes.

La fibra debido a su carácter higroscópico, retiene gran cantidad de agua por lo que las heces producidas son blandas, de mayor volumen y, por supuesto, mayor contenido hídrico, siendo su tránsito intestinal más rápido, por lo que alivia el estreñimiento (Moreno, 2013).

2.3.4. Composición química de la fibra dietética.

Según Sánchez (2005), los elementos de la fibra dietética son polisacáridos estructurales de las plantas, siendo sus moléculas básicas de glucosa, la fructosa y otros monosacáridos (hexosas y pentosas). Se pueden distinguir:

- Celulosa: Polímero de glucosa que se encuentra en la cubierta de los cereales y en las verduras.
- Hemicelulosa: se encuentra en los mismos alimentos que la celulosa. No se digiere en el intestino delgado humano, aunque si se desdobla parcialmente en el colon por la acción de la flora microbiana.
- Pectinas: son sustancias que se encuentran en los tejidos blandos de la fruta. Tienen la propiedad de formar gelatina en presencia de azúcar, calor y un medio ácido débil.
- Lignina: forman la estructura de la parte más dura o leñosa en los vegetales como en la lechuga, acelga, cereales, etc. No es un polisacárido sino un polímero de

cadena de fenilpropano. Es totalmente invisible e indigerible.

- Rafinosa: es un trisacárido soluble y no se puede hidrolizar en el intestino por ausencia de las enzimas correspondientes. Su presencia en la alimentación es rara y se puede encontrar en la soya, aunque en cantidad mínima.
- Estafinosa: es un tetrasacárido y tiene similares características con la Rafinosa.
- Gomas: las gomas son polisacáridos complejos que forman sustancias viscosas y que son segregadas por algunos vegetales.
- Mucílago: los pentásanos, los hexosanos, el ácido úrico, etc. Son elementos que cuando están en contacto con agua formando soluciones viscosas o también debido a su gran capacidad para retener agua pueden hincharse para formar una pseudo disolución gelatinosa.

2.4. Fibra cruda

Es necesario hacer una clara distinción entre la fibra cruda y la fibra dietética. La primera es la que se presenta generalmente en las tablas de composición de los alimentos como valor proximal de contenido de fibra y que se determina analíticamente sometiendo los productos a un tratamiento en caliente con ácido clorhídrico y posteriormente con hidróxido de sodio; en estas condiciones se pierde una fracción importante de polisacáridos que sí se incluyen en la fibra dietética, la cual representa el contenido total de los polímeros antes indicados (García, 2003).

En términos generales, la determinación de fibra cruda provoca la pérdida de 70-80% de la hemicelulosa, de 30-50% de la celulosa y hasta

90% de la lignina. Van Soest y Wine, del Agricultural Research Service del USDA, introdujeron un nuevo concepto del significado de fibra cruda, determinándola mediante el uso de detergentes neutros, que separan todos los constituyentes nutricionales solubles y disponibles de aquellos que dependen de la fermentación microbiana para su aprovechamiento; el detergente aumenta la solubilidad de la proteína y trabaja a un rango de pH al cual la solubilidad de la lignina y la hemicelulosa es prácticamente nula. Este método no puede considerarse como una alternativa de la digestión ácido-alcalina ya que los resultados no son comparables, sin embargo, proporciona una idea más precisa del valor nutritivo para el hombre y los animales, especialmente monogástricos, de los alimentos de origen vegetal (Badui, 2006).

2.5. Mango

2.5.1. Generalidades

El mango perteneciente a la familia de las anacardiáceas. Su temperatura de crecimiento optima es de 24 – 27 °C, en los suelos su pH esta alrededor de 5.5 - 7.5. Su forma es sigmoide, con hueso interior de tamaño significativo. Crece en árboles de hojas perenne. Presenta diversas variedades de tamaño y características propias del alimento. El color depende de la región donde se ha cultivado, pero abarca mezclas de verde, amarillo y rojo (Ospina, Hernández y Lozano, 2012).

El mango de var. Kent, tiene un tamaño que varía de 12.0 – 13.0 cm de largo. Su forma es ovalada o redonda, con una pepa interior de tamaño significativo. Crece en árboles de hoja perenne. Presenta grandes variedades de tamaño y caracteres. El color depende de la región donde esté cultivado, pero abraza mezclas de verde, amarillo y rojo (Uriol, 2014).

El mango es una fruta climatérica que, en estado de maduración, ideal para el consumo, dura pocos días. Entre las variedades

que son aceptadas en el mercado internacional tenemos a: Smith, Tommy Atkins, Haden, Bocado, Kent, Keitt e Irwin que se encuentran disponibles en verano (Ajila y otros, 2008).

El residuo del mango es un material vegetal que contiene gran cantidad de tejido lignoceluloso, el cual puede ser aprovechado para la obtención de metabolitos fermentables producto de la fermentación y obtención de fibra vegetal (Ospina, y otros 2012).

Las medidas de las características morfológicas de las principales variedades comerciales de mango son: un peso promedio de 350 g; una composición promedio de 56% de pulpa; 21.5% de cáscara y 22.09% de semilla (García, 2003; Pap y otros, 2004).

2.5.2. Variedades

Dentro de las variedades producidas en el Perú, según AGROBANCO (2007), tenemos:

- **Kent:** Es de gran tamaño, pesa aproximadamente 500 a 800 g, posee un color amarillo anaranjado adquiriendo en la madurez una chapa rojiza, es de forma ovalada orbicular, de agradable sabor, de alta fibrosidad y de alto contenido de azúcares, siendo estas las razones de su gran demanda para la exportación.
- **Haden:** es de tamaño medio grande, pesando aproximadamente de 380 a 700 g, adquiriendo en la madurez un color rojo – amarillo también con capa rojiza. Posee forma ovalada, de pulpa firme y de color y sabor agradable (variedad de media estación).
- **Tommy Atkins:** Posee un tamaño grande, pesando aproximadamente 600 g, posee una forma oblonga, oval, resistente a daños mecánicos y con mayor período de

conservación, pero no posee las mejores características en cuanto a sabor y aroma (variedad tardía).

2.5.3. Producción de mango

Según Ajila y otros (2008) en el Perú la producción se inició aproximadamente hace 40 años, cuando se introdujeron las variedades rojas de exportación Haden, Kent y Tommy Atkins.

La producción nacional de mango se concentra en la zona norte, siendo Piura el principal departamento con mayor producción y superficie cultivada, concentrando alrededor del 68 % del total nacional, cultivándose en los valles de San Lorenzo, Chulucanas, tambo Grande, y Sullana. La producción del valle de san Lorenzo, se orienta principalmente a la exportación destacándose las variedades de Kent y Haden La producción de mango en el Perú obtenida en el periodo enero - marzo del 2016 fue de 213,7 mil toneladas, cifra superior en 11% en comparación a lo producido en el mismo período del año anterior (192,6 mil toneladas). Este crecimiento fue mayor en las regiones de Piura y Lambayeque (MINAGRI, 2017).

La exportación peruana de mangos de exportación al año 2016 han alcanzado un volumen de 157 mil toneladas, a diferencia de la campaña 2013 – 2014 que alcanzó las 140,000 toneladas, lo que representa un incremento de 40% (MINAGRI, 2017).

El mango se considera una de las principales frutas de exportación. En el periodo 2002-2013, la exportación de mango permitió un mayor ingreso de divisas, al registrar una variación acumulada de 402,4%, con una tasa de crecimiento promedio anual de 15,8%. Cabe precisar que en el 2013 aumentó 19,4%, y en el primer trimestre de 2014, el valor de las exportaciones FOB sumó US\$ 150,4 millones de dólares.

Los principales competidores del mango peruano en el mercado internacional son Sudáfrica, Brasil y Ecuador; sin embargo, el

mango peruano es el mejor de todos debido a que se produce en un trópico seco, donde no hay lluvias y el cultivo se maneja con mayor facilidad, la fruta presenta mejor color, más sólidos totales, más dulzura y menos trementina en la cáscara, lo cual lo hace más agradable para el gusto (García, 2010).

En el Cuadro 1, se muestran los principales departamentos productores de mango en Perú

Cuadro 1. Principales departamentos productores de mango en Perú.

Departamento	Producción (%)
Piura	70.4
Lambayeque	10.5
Lima	4.1
Cajamarca	2.7
La Libertad	2.5
Ica	2.3
Ancash	2.0
San Martín	1.7
Ucayali	1.3
Otros	2.5

Fuente: INEI, 2014

El volumen exportado de mangos en el 2013 se incrementó en 20.4%, el mango como fruta fresca registró la mayor demanda externa, entre las cuales se ubican las variedades de mango (*Mangífera indica*) y los mangos y mangostanes, en el primer trimestre 2014, ambos en conjunto representaron el 97.4% del volumen total exportado y con una variación porcentual de 28.9% respecto a similar periodo del año anterior (INEI, 2014).

2.5.4. Composición nutricional del mango

El mango es una fruta popular y se consume en estado fresco; ya que es considerado como una de las frutas tropicales más deliciosas (Ajila y otros, 2008).

El grado de madurez del fruto, determinado por sus características de color, tamaño, forma, textura, sabor (sólidos solubles totales y acidez) y aroma, se deben tomar en cuenta para el tipo de producto que se pretende elaborar.

El color de la cáscara y la pulpa varía con la madurez y el cultivo. Su contenido de carotenoides aumenta durante su madurez; es buena fuente de provitamina A (Pap y otros, 2004).

El componente mayoritario es el agua en un 84%. El contenido de azúcar varía de 10 – 20% y de las proteínas en un 0.5% (Costa y otros, 2001).

Este fruto representa una importante fuente nutritiva por su contenido de vitaminas y minerales. En el Cuadro 2, se muestra el contenido de nutrientes del mango.

Cuadro 2. Composición química y energética del mango

Componente	Contenido
Energía	66 kcal
Agua	81.7 g
Proteínas	0.7 g
Carbohidratos	0.4 g
Grasa	16.8 g
Fibra	0.9 g
Ceniza	0.4 g

Fuente: Collazos y otros (2006).

El mango se caracteriza por ser una fuente importante de vitamina A, B y contiene variantes de Vitamina C (Cohn y Cohn, 1996). Su composición depende de la variedad, así como en el estado de madurez

que se tenga (Ajila y otros, 2008). El contenido de ácido ascórbico y la acidez total disminuyen durante el desarrollo del fruto, mientras que los carotenoides y azúcares totales aumentan (Mateu, 2004).

2.5.5. Conservación del mango

Las principales causas de las pérdidas post-cosecha de mangos son la fisiología normal de la fruta que produce importantes disminuciones en el peso debido a la deshidratación, textura y apariencia, y el deterioro causado por hongos y plagas, por lo que se han realizado numerosos estudios para adecuar tratamientos, que aplicados durante la postcosecha, ayuden a prolongar su conservación, garantizando de esta manera que las frutas puedan ser almacenadas, transportadas y comercializadas con la calidad requerida por los clientes (Pap y otros, 2004).

El propósito de la conservación de alimentos es alargar la vida de anaquel. Se debe de considerar que el proceso de conservación puede no retener todas las características deseables en la fruta (Costa y otros, 2001).

Las principales formas de conservar a las frutas son: mínimamente procesada, enlatadas, congeladas, deshidratadas, irradiadas, cristalizadas y deshidratadas osmóticamente o sometidas a altas presiones (Ajila y otros, 2008).

2.5.6. Aprovechamiento de desechos orgánicos de la agroindustria

Actualmente en la industria de transformados de frutas y vegetales los principales destinos de los residuos orgánicos generados en sus procesos son la alimentación animal o el desecho en vertederos, sin embargo, estos subproductos contienen sustancias como azúcares, ácidos orgánicos, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas

que pueden ser de interés en la industria alimentaria (Costa y otros, 2001).

Durante las últimas décadas ha aumentado la industrialización de cascara de frutas. En el caso de los tomates, cada día es más valorado el licopeno, ya que estudios recientes lo ha relacionado con la prevención de cáncer de próstata, así como con una menor incidencia de las afecciones coronarias. La cáscara de manzana es utilizada, tras un secado, para la producción de pectina, además puede usarse directamente como fibra dietética o como relleno de tartas. La cáscara de mango también es utilizada para la extracción de pectina y elaboración de polvo industrial. Otro desecho utilizado como fuente de fibra son las cáscaras de piña que se usan en la elaboración de galletas, panques y tartas, la fibra del bagazo de caña se incorpora en tortillas y la de cítricos, cebada y salvado se utilizan directamente como complementos de fibra Mejía y Ramírez (2013).

La necesidad de aumentar la ingesta de fibra dietética ha propiciado el desarrollo de procedimientos tecnológicos para obtener mejores concentrados de fibra. La preparación de concentrados, sus características dependen del tipo de subproducto industrial empleado (frutas, verduras, legumbres o cereales), así como la época en que se cosechan (Mateu, 2004).

Según Mejía y Ramírez (2013) en el Perú, los desechos o subproductos agrícolas (cáscara, semilla, bagazo, frutas y vegetales dañados o con problemas de madurez y calidad) representan un problema ambiental ya que no se cuenta con políticas adecuadas para su manejo y la mayoría de las veces son arrojadas a los basureros.

Dependiendo de la variedad de mango, la cáscara puede constituir del 18 al 21% del peso total del fruto y la semilla del 13 al 29%, por lo que junto con la pulpa que queda adherida a estos, un importante

volumen de desechos se genera en las plantas procesadoras de mango (García, 2003).

La cáscara de mango es fuente importante de nutrientes, como: azúcares, pectina, proteínas y fibra del peso seco de la cáscara 13% es pectina, la cual es de buena calidad, por lo que podría utilizarse para la elaboración de mermeladas, jaleas y algunos productos farmacéuticos. El alto contenido de azúcares de la cáscara del mango ha despertado gran interés para utilizarla como fuente de carbono en los procesos de fermentación (Ajila y otros, 2008).

En el Cuadro 3, se describe la composición aproximada (porcentaje de peso seco) de la cáscara y almendra del hueso de mango.

Cuadro 3. Composición fisicoquímica de la cáscara de mango

Componente	Contenido (%)
Azúcares totales	48.2
Proteína	3.97
Fibra Cruda	10.43
Almidón	2.96
Pectina	12.9
Taninos	2.31
Ceniza	2.91
Grasa	13.7

Fuente: García (2003).

La almendra de la semilla del mango se obtiene al romper la dura cubierta externa de éste. Se ha descubierto que la almendra es excelente fuente de proteína, grasa y almidón. De hecho, se extrae almidón del hueso de mango para utilizarlo a gran escala en la industria del papel, textil, del yute, de la confitería y otras. También, la grasa del hueso de mango parece ser excelente sustituto de la mantequilla de cacao (Cháfer, 2000).

El hueso contiene casi 11.6% de grasa, de la cual 96% está formada por lípidos neutros, mientras que 3.9% son lípidos polares. El

ácido oleico es el principal ácido graso presente, lo cual es benéfico para la salud, el contenido de proteína de la almendra varía entre 5.56 y 9.55%, el cual está representado en 31 a 35% por aminoácidos esenciales (García, 2003).

2.5.7. Polvo de cáscara de mango

Es fino homogéneo de color amarillo crema que es elaborada mediante los procesos de selección, lavado, pelado, secado, molienda, envasado y pesado (Cháfer, 2000).

El polvo de cáscara de mango está contenido de compuestos valiosos como polifenoles, carotenoides, enzimas y fibra dietética (Ajila y otros, 2008).

En el Cuadro 4, se observan las características fisicoquímicas de esta harina de cáscara de mango.

Cuadro 4. Características fisicoquímicas del polvo de cáscara de mango

Componente	Contenido (%)
Humedad	6.24
Grasa	2.24
Proteína	2.82
Fibra cruda	10.35
Cenizas	4.23
Ácido cítrico	2.84
Azúcares	0.25
Almidón	12.8

Fuente: García (2003).

2.5.7.1. Elaboración de polvo de cáscara de mango

Para su elaboración se utilizan frutos sanos y maduros, con su color característico (amarillo). Las frutas son lavadas y peladas. La cáscara de mango es seleccionada eliminando los frutos deteriorados y con material extraño, luego se realiza un lavado con agua

a 20 ppm de cloro para eliminar impurezas. Luego de un escurrido se procede al secado en una estufa de convección de aire a 60 °C por 20 h. Posteriormente se realiza una molienda manual y tamizado con una malla N° 100. Se pesa la muestra para determinar el rendimiento en la molienda. Finalmente se procede a envasar el producto final en bolsas de polipropileno las cuales son almacenadas a temperatura ambiente hasta el momento de realizar los análisis o su aplicación en un producto (Pimentel, 2015).

2.5.7.2. Aplicaciones en la industria alimentaria

El mango juega un papel trascendental en el desarrollo frutícola del país, pues a su fascinante aroma y delicioso sabor se añaden novedosas propuestas para su transformación que lo hacen un producto con proyección para la industria nacional (Costa y otros, 2001).

Junto a las pulpas, mermeladas y néctares que actualmente se consiguen en el mercado, la harina de cáscara de mango es considerada, dentro de los procesos de industrialización, una de las alternativas más favorables, dado el amplio rango de usos para la elaboración de sopas como espesantes, productos de panadería y lácteos, así como por su calidad nutricional y contenido en fibra (Romero, 2004).

La adición de fibra en los alimentos es una alternativa para compensar la deficiencia existente en la dieta alimentaria, cuyo consumo recomendado es de 25 – 30 g/día. Los alimentos contenidos con fibra son consumidos para regular y prevenir enfermedades como desordenes gastrointestinales, diabetes mellitus, obesidad, cáncer y problemas cardiovasculares. Aparte del aspecto nutricional, la fibra puede ser utilizada para propósitos tecnológicos en la industria de alimentos (De Escalada Pla y otros, 2007).

2.5.7.3. Contenido de fibra

Es un conjunto de componentes de origen vegetal que forman la parte estructural de las plantas y por lo tanto se encuentran en todos los alimentos derivados de los productos vegetales como puede ser las verduras, las frutas, los cereales y las legumbres (Yun y otros, 2005).

La fibra dietética, según su composición, se puede clasificar en tres grandes grupos (Mateu, 2004):

- Fibra verdadera o vegetal. Está integrada por los componentes de la pared celular de las plantas, como son la celulosa, la hemicelulosa y la lignina.
- Fibra dietética total. Incluye a la totalidad de todos los compuestos, fibrosos o no, que no son digeribles por las enzimas del intestino humano.
- Fibra bruta o cruda. Es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes. Constituye el 20-50% de la fibra dietética total. Es un concepto más químico que biológico.
- Esta cuestión es básica y fundamental para poder entender las diferencias de los valores cuando se refieren al contenido en fibra de los diversos alimentos (Mateu, 2004).

2.6. Métodos de evaluación en la galleta

2.6.1. Firmeza

Es la propiedad que se deriva de la especial disposición que tienen entre sí las partículas que integran los alimentos, capaces de ser percibidas por los ojos, el tacto, los músculos de la boca incluyendo sensaciones como aspereza, suavidad y granulosidad (Arias, 2004).

Según Ochoa y otros (2013), La firmeza se determina de manera instrumental, utilizando un Texturómetro Instron Modelo 3344; se mide la resistencia a la penetración (fuerza máxima presentada antes de

la ruptura o flujo del material que se expresa en N). La prueba se realiza con una sonda de 6 mm de diámetro, a una velocidad de 0.2 mm/s (Freitas, 2005).

2.6.2. Color instrumental

La colorimetría es la ciencia que estudia los colores, caracterizándolos mediante números, para que una vez que se encuentran cuantificados poder operar con ellos y deducir características de los colores obtenidos mediante mezclas, así como para averiguar las cantidades que hay que mezclar de varios colores elegidos y considerados como primarios para obtener el color deseado (Arvanitoyannis, 2005).

Según Uriol (2014), el color de la galleta se determina siguiendo el método de Arvanitoyannis (2005) de manera instrumental haciendo uso de un colorímetro Minolta CR-400, el cual reporta el valor de L^* , a^* y b^* . Estas mediciones se realizan en una determinada muestra de galleta, por lo que se mide 3 repeticiones y se considera el promedio de éstos.

2.6.3. Contenido de fibra cruda

El contenido de fibra cruda se determina siguiendo el método usado por (Ochoa, 2012). El método se basa en la digestión secuencial de la muestra sin grasa con una solución de ácido sulfúrico (1.25%) y una solución de hidróxido de sodio (1.25%), el residuo insoluble se colecta por filtración, se lava, seca y pesa y lleva a la mufla para corregir la contaminación por minerales.

2.6.4. Aceptabilidad general

La aceptabilidad general de alimentos es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias. Se basa en la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por

parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. (Anzaldúa-Morales, 2005).

Se aplica una prueba de Escala Hedónica para determinar la galleta con cáscara de mango en polvo con mayor aceptación general. Las muestras a evaluar serán sometidas a un panel sensorial no entrenado de 35 jueces, de ambos sexos con edades entre 18 y 50 años representativos del público consumidor (Anzaldúa – Morales, 2005)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales y equipos

3.1.1. Lugar de ejecución

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Ciencia de los Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

La elaboración de la galleta se desarrolló en la Panadería "El señor Cautivo ", ubicada en el departamento de Piura.

3.1.2. Materiales

a) Materia Prima

Harina de trigo galletera: Molinera Inca S.A.

Cáscara de mango, de la variedad Kent, procedente del proceso de elaboración de néctar, en la planta piloto de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

b) Insumos

Azúcar blanca granulada: Cartavio S.A.

Manteca vegetal industrial: Famosa Alicorp S.A.

Leche en polvo descremada: New Zealand

Bicarbonato de sodio: Montana S.A

Bicarbonato de amonio: Montana S.A

Mixto (emulsificante): Montana S.A

Cloruro de sodio: Emsal

Agua

Aceite vegetal: Montana S.A

Bolsa de polipropileno: Fabriplast S.A.C (7x10x3)

3.1.3. Equipos

Secador híbrido (solar-eléctrico). Capacidad 30 kg/batch

Molino eléctrico. Marca KIKA

Balanza Analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo AB204

Capacidad 210 g, aprox. 0.0001 g

Marca AND modelo EK-610 (capacidad 500 g, sensibilidad 0.01 g)

Mezcladora. Marca Nova

Formadora. Marca Nova

Horno rotativo. Marca Nova

Ventiladores. Marca LG

Selladores. Marca HANNA

Texturómetro Instron, Modelo 3344

Refractómetro. Marca DIN

3.1.4. Material de vidrio

Bureta de 50 mL. Marca DIN

Pipeta marca DIN, de 1, 2, 5 y 10 mL (sensibilidad 0.05),
calibrado a 20 °C

Probeta marca LMS, de 100, 250 y 100 mL, calibrado a 20 °C

Placas petri marca BRAND, de 12 cm de diámetro

Vasos de precipitación de 50, 250 y 500 mL

Campana de desecación

Capsula de porcelana

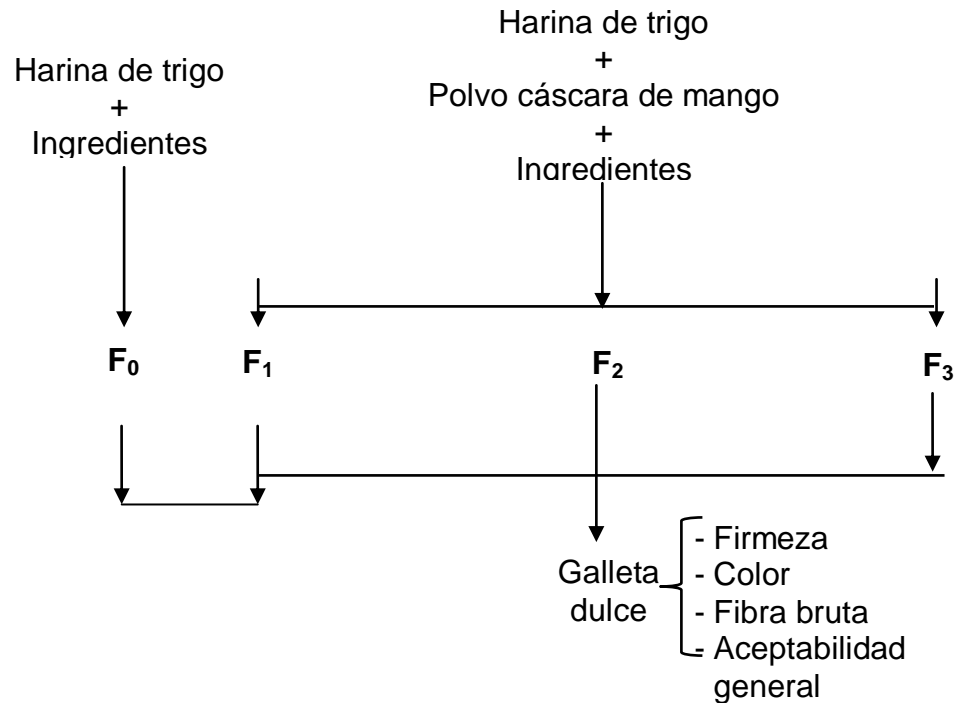
Balón de destilación

3.2. Esquema experimental

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en la elaboración de galleta dulce.

Variables independientes; sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango (0.0, 2.5, 5, 7.5 %)

Variables dependientes; firmeza, color, contenido de fibra y aceptabilidad general en galleta dulce.



F_1 : 2.5% polvo de cáscara de mango y 49.5% de harina de trigo

F_2 : 5% polvo de cáscara de mango y 47% de harina de trigo

F_3 : 7.5% polvo de cáscara de mango y 44.5% de harina de trigo.

F_0 : 52% de harina de trigo.

Figura 1. Esquema experimental para evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango

3.3. Metodología experimental

3.3.1. Elaboración de polvo de cáscara de mango

En la Figura 2, se presenta el diagrama para la elaboración de polvo de cáscara de mango.

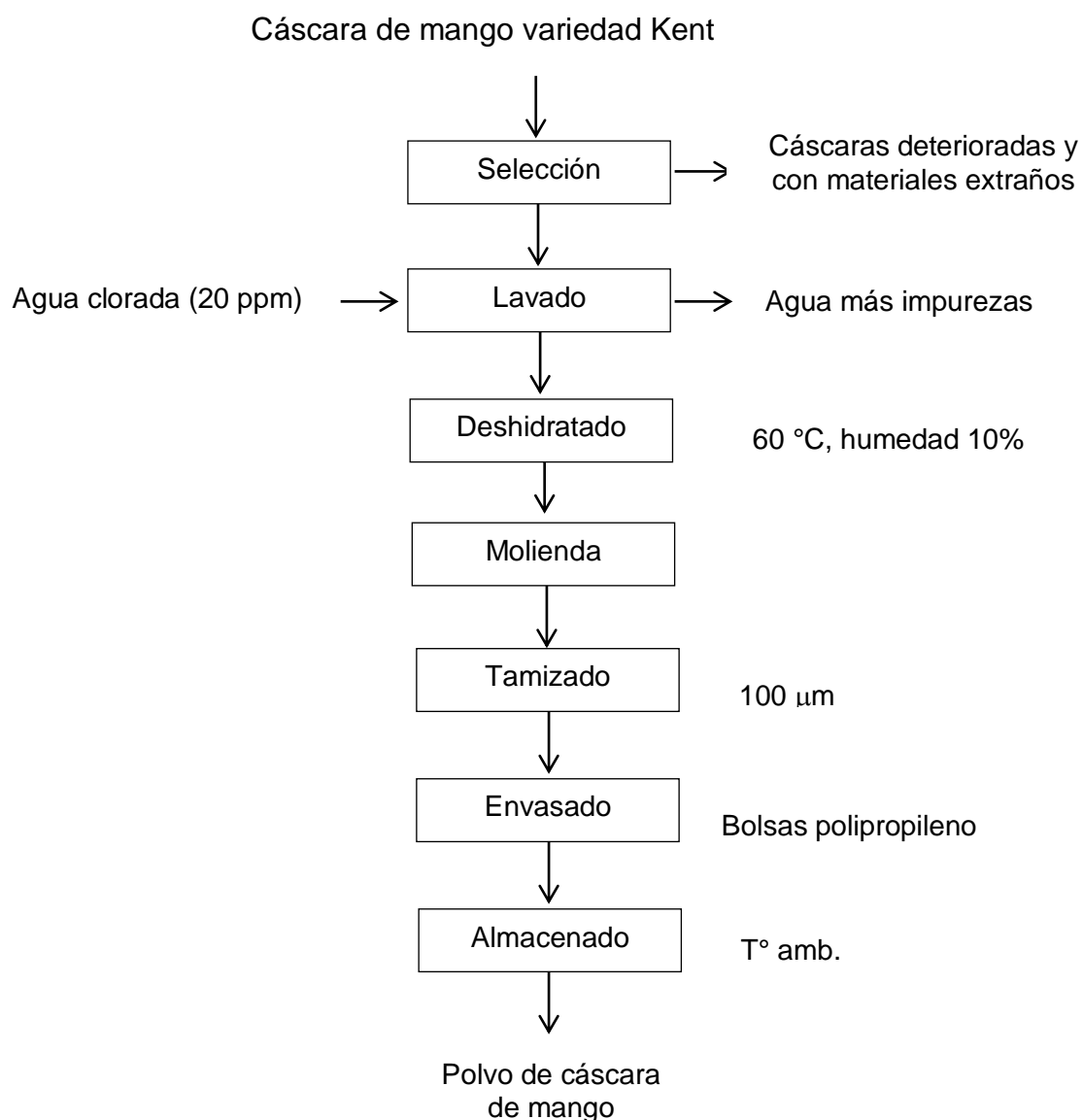


Figura 2. Diagrama para la elaboración de polvo de cáscara de mango

Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de polvo de cáscara de mango:

Selección: Se eliminó las cáscaras del mango.

Lavado. Se realizó con agua potable (20 ppm de lejía) para eliminar las impurezas superficiales de la cáscara.

Deshidratado. Este proceso se efectuó en una estufa a 60 °C x 12 hr, hasta alcanzar 10 % de humedad.

Molienda. Una vez seca la cáscara de mango se redujo de tamaño en un molino de martillo con la finalidad de obtener el polvo requerido.

Tamizado. Al polvo obtenido se tamizó en una malla de 100 μm para uniformar el tamaño.

Envasado. El polvo de cáscara de mango se envasó en bolsas de polipropileno.

Almacenado. Se realizará a temperatura ambiente durante 48 h aproximadamente hasta el momento de elaboración del producto.

3.3.2. Elaboración de galletas dulces

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces con polvo de cáscara de mango.

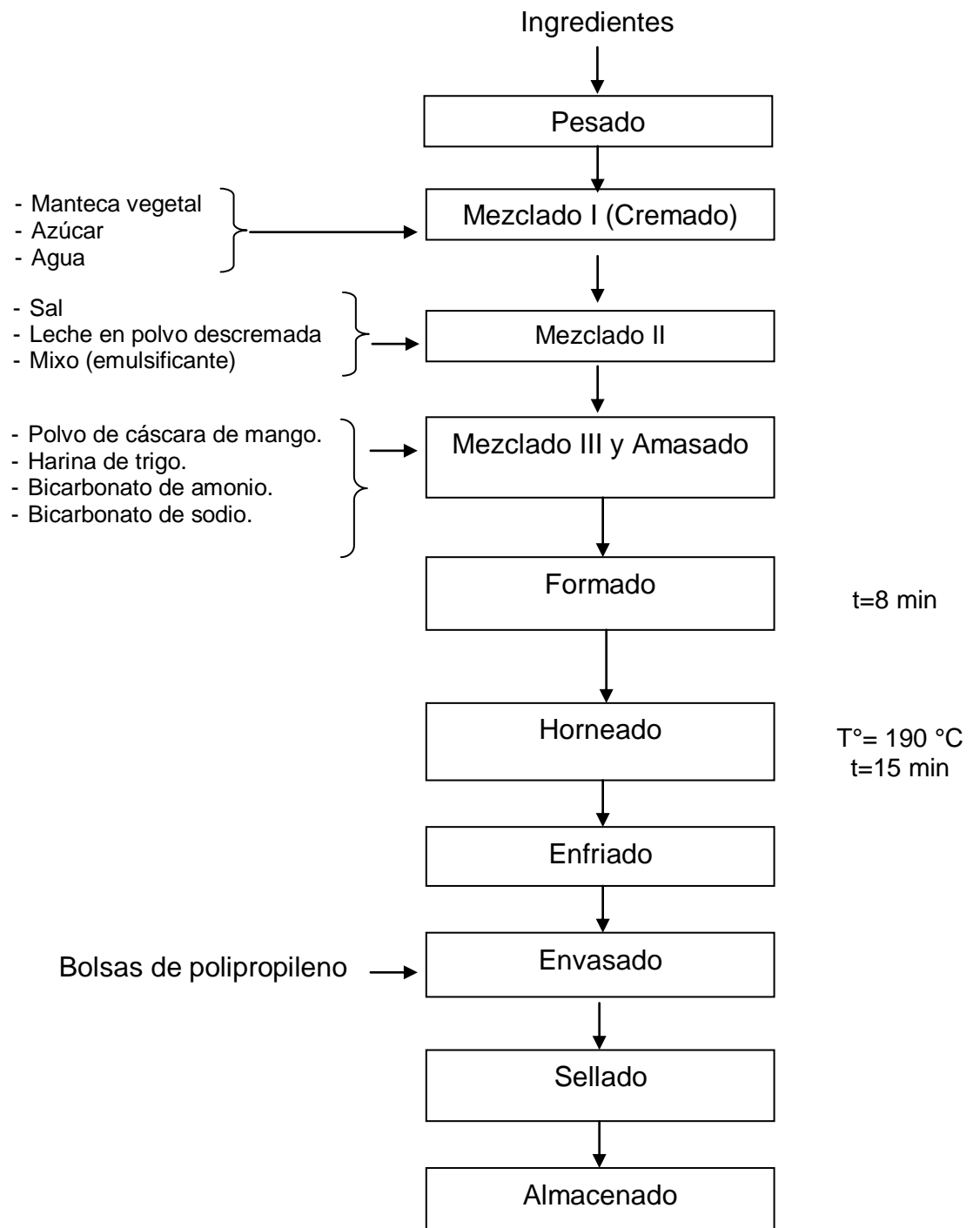


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas dulces con polvo de cáscara de mango.

3.3.3. Formulación para la elaboración de galletas dulces

En el Cuadro 5, se muestra la formulación para la elaboración de las galletas dulces de acuerdo a lo recomendado por Repo-Carrasco (1998).

Cuadro 5. Formulación de las galletas dulces

Ingredientes	F₀ (%)	F₁ (%)	F₂ (%)	F₃ (%)
Harina de Trigo	52.0	49.5	47.0	44.5
Polvo cáscara mango	0.0	2.5	5.0	7.5
Azúcar	21.4	21.4	21.4	21.4
Manteca vegetal	13.6	13.6	13.6	13.6
Agua	10.3	10.3	10.3	10.3
Leche descremada en polvo	1.4	1.4	1.4	1.4
Bicarbonato de sodio	0.5	0.5	0.5	0.5
Cloruro de sodio	0.4	0.4	0.4	0.4
Bicarbonato de amonio	0.3	0.3	0.3	0.3
Mixo (emulsificante)	0.1	0.1	0.1	0.1

3.3.4. Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de galleta dulce con polvo de cáscara de mango

Recepción de la materia prima. Se recepcionó el polvo de cáscara de mango y la harina de trigo, en buenas condiciones para su utilización en la elaboración de galletas dulces.

Pesado. Se realizó con la finalidad de pesar los componentes y conocer cuánto va a ser el rendimiento final.

Mezclado I (Cremado). Se mezcló la manteca vegetal, el azúcar y una proporción del agua calculada en la formulación, hasta obtener una crema suave en donde la mayor parte del azúcar quedó disuelta.

Mezclado II. A la crema obtenida anteriormente se le añadió sal, el emulsificante y la leche en polvo descremada, se mezcló hasta obtener una crema espesa homogénea.

Mezclado III y Amasado. Posteriormente se le añadió a la mezcla, polvo de cáscara de mango, harina de trigo, bicarbonato de amonio y bicarbonato de sodio; se mezcló y amasó, luego se añadió el resto del agua hasta alcanzar la consistencia deseada de la masa

Formado. Se utilizó la maquina formadora de galleta para realizar los cortes y el peso de cada galleta en forma precisa.

Horneado. Se realizó con los carros que tienen 36 planchas conteniendo aproximadamente 60 galletas. A una temperatura de 190 °C x 15 minutos.

Enfriado. Se utilizó ventiladores con la finalidad de ayudar a que el enfriamiento sea rápido y este el menor tiempo expuesto al medio ambiente.

Envasado. Se realizó en forma manual en bolsas de polipropileno y se envaso 4 unidades por ración y luego se hace el sellado en forma manual.

Almacenamiento. Se almacenó las galletas a una temperatura de 28°C y una HR de 75%.

3.3.5. Métodos de análisis

a. Firmeza

La firmeza se determinó de manera instrumental, utilizando un Texturómetro Instron, Modelo 3244; con él se midió la resistencia a la penetración (fuerza máxima presentada antes de la ruptura o flujo del material que fue expresada en N). Para la determinación se utilizó una muestra de galleta de 3 cm de grosor, seguidamente

estas muestras fueron colocadas sobre una base sólida con una perforación central que permitió el libre paso del pistón de 6 mm de diámetro al momento de atravesarla (velocidad de 0.2 mm/seg). El diámetro del pistón fue de 2 cm (Freitas, 2005).

b. Color instrumental

El color de la galleta dulce se determinó de manera instrumental haciendo uso de un colorímetro Minolta CR-400, el cual reportó los valores de L^* , a^* y b^* . se realizaron 3 repeticiones y se consideró el promedio de éstos (Arvanitoyannis, 2005).

c. Fibra cruda

El contenido de fibra cruda se determinó siguiendo el método usado por (Ochoa, 2012). El método se basa en de la digestión secuencial de la muestra sin grasa con una solución de ácido sulfúrico (1.25%) y una solución de hidróxido de sodio (1.25%), el residuo insoluble se colecta por filtración, se lava, seca y pesa y lleva a la mufla para corregir la contaminación por minerales.

d. Aceptabilidad general

Se realizó la prueba afectiva usando una escala hedónica, con 30 panelistas de acuerdo a los siguientes criterios: (1) edad entre 18 y 25 años, (2) no fumadores, (3) personas sin alergias a los alimentos, (4) gente que consume queso. La evaluación se realizó después de una semana de almacenamiento del producto. Se utilizó una escala hedónica estructurada de 9 puntos (1 = me disgustó muchísimo; 9 = me gustó muchísimo).

El valor 6 de la escala será el límite mínimo de aceptabilidad general. Las muestras de galleta, fueron

servidas a los evaluadores de manera separada, una por una, estas se codificaron con 3 dígitos aleatorios (Anzaldúa Morales, 2005).

En la Figura 4, se presenta la ficha de análisis sensorial donde se expresarán las respuestas luego de la degustación.

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL ESCALA HEDÓNICA				
NOMBRE: _____		FECHA: _____		
PRODUCTO: Galleta dulce con polvo de cáscara de mango				
A continuación, se presenta muestras de galleta dulce elaboradas a partir de polvo de cáscara de mango. Se le pide que deguste y clasifique las muestras según la escala que se presenta en el cuadro. Marque con una X en el casillero correspondiente a la percepción de aceptabilidad de la muestra				
ESCALA	MUESTRAS			
	278	309	450	534
Me gusta muchísimo				
Me gusta mucho				
Me gusta				
Me gusta poco				
No me gusta ni me disgusta				
Me disgusta poco				
Me disgusta				
Me disgusta mucho				
Me disgusta muchísimo				
Comentarios: _____				

Fuente: Anzaldúa Morales (1994)

Figura 4. Ficha para la prueba de aceptabilidad general en galleta dulce con polvo de cáscara de mango

3.4. Método estadístico

3.4.1. Evaluación fisicoquímica

El método estadístico correspondió a un diseño unifactorial (sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango) con 4 repeticiones. Para el contenido de firmeza, color (L^* , a^* y b^*) y fibra cruda, se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA), y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó de esta manera el mejor tratamiento.

3.4.2. Evaluación sensorial

A los promedios obtenidos de la prueba sensorial de aceptabilidad general se los sometió a un análisis no paramétrico con la Prueba de Friedman para decidir si existió diferencia significativa entre tratamientos; y la prueba de Wilcoxon para determinar diferencia significativa entre un tratamiento y el resto. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95 %. Para procesar los datos y figuras se utilizó el software especializado Minitab 17.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre la firmeza en galleta dulce

En la Figura 5, se muestra los valores de firmeza en galletas dulce, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango, donde se observa que la firmeza es directamente proporcional a la sustitución, aumentando de 30.42 a 39.16 N (Ver Anexo 1).

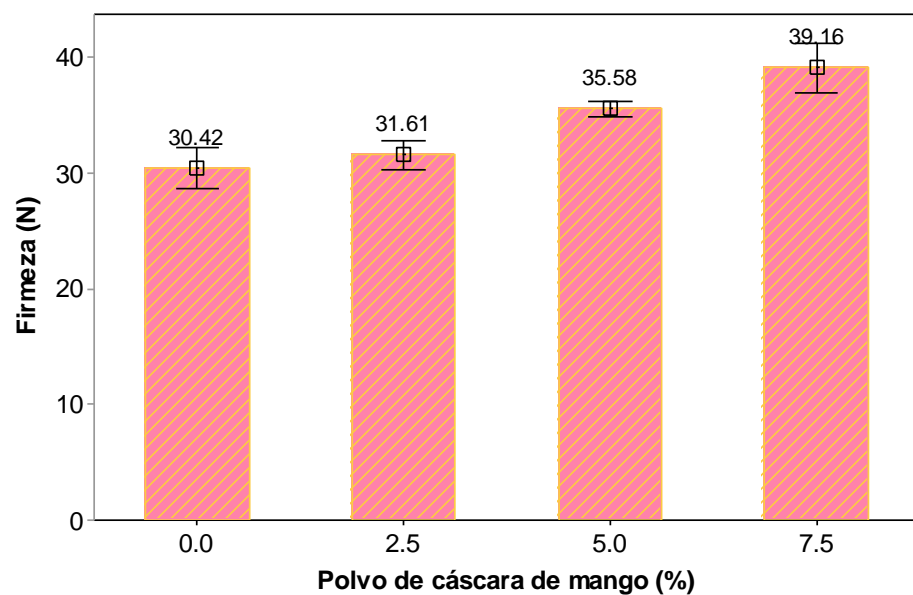


Figura 5. Firmeza en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce

Gonzales (2007) evaluó el efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de residuos (alveolo y cáscara) de naranja (0, 10, 20, 30 y 40 %) sobre la firmeza de galletas dulces, determinado que al aumentar la harina de residuos de naranja los valores de firmeza aumentaron de 0.28 (patrón) a 1.35 N (tratamiento con 40 % de sustitución). Esta diferencia pudo deberse al instrumento empleado y la naturaleza del producto.

Gonzales (2007), menciona que el incremento de la firmeza en galletas, se debe a que las harinas de remanentes de la industria como las cáscaras tienen alto contenido de fibra insoluble (lignina y celulosa), que producen un reforzamiento de la estructura desarrollada por los almidones, haciendo que el producto sea más firme.

Pimentel (2015), elaboró galletas con harina de brácteas de alcachofa (0, 3, 6 y 9 %), encontrando un efecto significativo ($p>0.01$) sobre la firmeza, siendo 2.94 (muestra patrón) y 26.03 N (tratamiento con 9 % de harina con brácteas de alcachofa), presentando valores menores a los obtenidos en esta investigación, pero con el mismo efecto.

En el Cuadro 6, se presenta la prueba de Levene modificada para los valores de firmeza en galletas con polvo de cáscara de mango.

Cuadro 6. Prueba de Levene para firmeza en galleta dulce

Estadístico de Levene	p
2.110	0.152

Se puede observar que existió homogeneidad de varianza ($p>0.01$), por lo que se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar de esta forma el mejor tratamiento.

En el Cuadro 7, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de firmeza en galletas con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 7. Análisis de varianza para firmeza en galleta dulce

Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	P
Sustitución	3	190.300	63.442	6.550	0.007
Error	12	116.300	9.692		
Total	15	306.600			

El análisis de varianza determinó que la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango presentó efecto significativo ($p < 0.01$) sobre la firmeza en galletas dulce.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de firmeza en galletas dulce, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 8. Prueba de Duncan para firmeza en galleta dulce

Polvo de cáscara de mango (%)	Subgrupo	
	1	2
0.0	30.42	
2.5	31.61	31.61
5.0	35.58	35.58
7.5		39.16

Se observa que en el subgrupo 1; el control y los tratamientos con 2.5 y 5.0 %, son estadísticamente iguales al estar en el mismo subgrupo (30.40, 31.61 y 35.58 N, respectivamente). Así mismo se considera el mejor tratamiento con 2.5 %.

4.2. Efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre el color en galleta dulce

En la Figura 6, se tiene los valores de L^* en galletas dulce, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango, donde se observa que L^* es inversamente proporcional a la sustitución, el valor de L^* disminuyó de 64.38 (para muestra patrón) a 52.98 (para formulación F3), respectivamente.

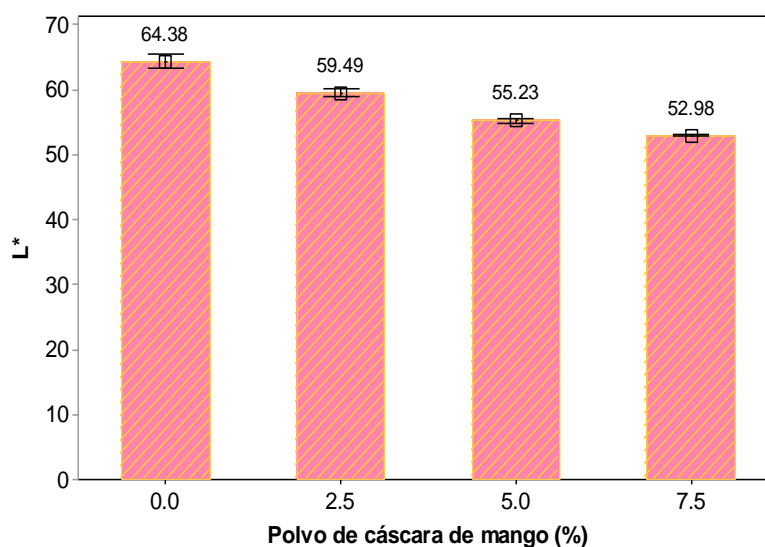


Figura 6. Luminosidad (L^*) en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce.

Viva de Toledo y otros (2017), evaluaron los efectos fisicoquímicos y sensoriales con respecto a la sustitución parcial de harina de trigo por harinas hechas de subproductos de piña, manzana y melón (0, 5, 10 y 15 %) en galletas, encontrando valores de L^* de 64.1 (muestra patrón), para la sustitución con harina de piña de 57.76 (5% harina de subproductos) y 52.45 (10% harina de subproductos), harina de manzana de 52.35 (5% harina de subproductos) y 51.72 (15% harina de subproductos), respectivamente. Encontrando valores similares a los obtenidos en esta

investigación, presentando un efecto inversamente proporcional a la sustitución.

Bassinelo y otros (2011) elaboraron galletas utilizando harina extruida de subproductos de arroz y frijoles comunes en diferentes concentraciones (0, 15 y 30 %), las muestras se caracterizaron por parámetros fisicoquímicos y sensoriales, para la sustitución con harina de arroz se encontró un valor de L^* de 76.8 (con 15 %) y 74.29 (con 30 %); con harina de frijoles 77.64 (con 15%) y 70.77 (con 30 %), respectivamente. Valores por encima a los obtenidos en esta investigación, mostrando el mismo efecto, siendo los valores de luminosidad inversamente proporcional a la sustitución.

Cabe mencionar que la diferencia de valores puede deberse a la naturaleza del alimento, ya que la fibra y las características proporcionadas por harina de arroz y frijoles son de diferente composición a la de mango.

En el Cuadro 9, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de L^* en galletas dulce, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 9. Prueba de Levene para Luminosidad L^* en galleta dulce

Variable	Estadístico de Levene	P
L^*	5.760	0.011

Se puede observar claramente la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.01$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar estadísticamente el mejor tratamiento.

En el Cuadro 10, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de L* en galletas, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 10. Análisis de varianza para color instrumental en galleta dulce

Variable	Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
L*	Sustitución	3	303.440	101.147	67.510	0.000
	Error	12	17.980	1.498		
	Total	15	321.420			

El análisis de varianza determinó que la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango presentó un efecto significativo ($p < 0.01$) sobre L* en galletas dulce.

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de L* en galletas, con la sustitución de harina de trigo por harina de cáscara de mango.

Cuadro 11. Prueba de Duncan para luminosidad L* en galleta dulce

Harina de cáscara de mango (%)	Subgrupo		
	1	2	3
7.5	52.98		
5.0	55.23		
2.5		59.49	
0.0			64.38

Se observa que en el subgrupo 2 el tratamiento con 2.5 % de sustitución con valor de 59.49, diferente al control con 64.38 (subgrupo 3), así mismo en el sub grupo 1 se muestra que las concentraciones de 7.5 y 5 % son estadísticamente iguales ya que 52.98 y 55.23 son agrupados en el mismo subgrupo.

En la Figura 7, se tiene los valores de a^* en galletas dulces, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango, donde se observa que, a mayor sustitución, el valor de a^* aumentó de 5.10 a 9.08, siendo la cromaticidad directamente proporcional a la sustitución.

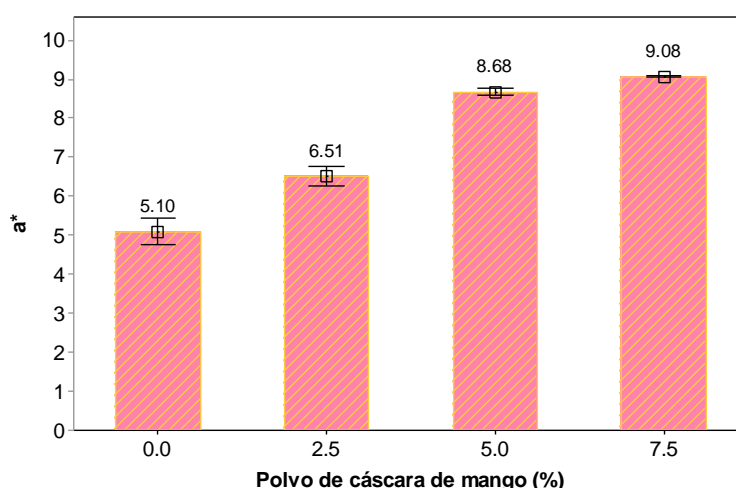


Figura 7. Variaciones de cromaticidad (a^*) en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galletas dulces

Bassinelo y otros (2011), elaboraron galletas utilizando harina extruida de subproductos de arroz y frijoles comunes en diferentes concentraciones (0, 15 y 30%), las muestras se caracterizaron por parámetros fisicoquímicos y sensoriales, para la sustitución con harina de arroz se encontró un valor de a^* de 21.46 (con 15%) y 23.59 (con 30%); con harina de frijoles 14.01 (con 15%) y 15.25 (con 30%), respectivamente. Valores por encima a los obtenidos en esta investigación, mostrando el mismo efecto, siendo los valores de cromaticidad directamente proporcional a la sustitución.

Viva de Toledo y otros (2017), evaluaron los efectos fisicoquímicos y sensoriales con respecto a la sustitución parcial de harina de trigo por harinas hechas de subproductos de piña, manzana y melón (0, 5, 10 y 15%) en galletas, encontrando valores de a^* de 36.26 (muestra patrón),

para la sustitución con harina de piña de 36.38 (con 5%) y 36.23 (con 15%), harina de manzana de 34.52 (con 5%) y 33.7 (con 15%), respectivamente. Encontrando valores superiores a los obtenidos en esta investigación.

Cabe mencionar que los valores de cromaticidad (a^*), dependen de la naturaleza del alimento y/o por el proceso de elaboración como la temperatura de horneado.

En el Cuadro 12, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de a^* en galletas, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 12. Prueba de Levene para cromaticidad a^* en galleta dulce

Variable	Estadístico de Levene	P
a^*	5.660	0.012

Se puede observar claramente la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.01$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar estadísticamente el mejor tratamiento.

En el Cuadro 13, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de a^* en galletas dulce, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 13. Análisis de varianza para cromaticidad a^* en galleta dulce

Variable	Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
a^*	Sustitución	3	42.074	14.025	77.000	0.00
	Error	12	2.186	0.182		
	Total	15	44.259			

El análisis de varianza determinó que la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango presentó un efecto significativo ($p < 0.01$) sobre a^* en galletas dulces.

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de a^* en galletas, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 14. Prueba de Duncan para cromaticidad a^* en galleta dulce

Polvo de cáscara de mango (%)	Subgrupo		
	1	2	3
0.0	5.10		
2.5		6.51	
5.0			8.68
7.5			9.08

Se observa que en el subgrupo 3 el tratamiento con 5 y 7.5% son estadísticamente iguales con valor de 8.68 y 9.08, respectivamente.

Arvanitoyannis (2005), sostiene que los valores de a^* indica la intensidad hacia el color verde o rojo en el producto; si el valor es negativo el producto es más verde y si el valor es positivo el producto es

más rojo. La coloración amarilla ocre propia del polvo de cáscara de mango permite que mientras mayor sea la sustitución en galletas dulces, los valores de cromaticidad a^* presenten una tendencia creciente ya que toma una mayor intensidad hacia el color rojo.

En la Figura 8, se presenta los valores de b^* en galletas dulce, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango, donde se observa que a mayor sustitución b^* disminuyó de 29.80 a 27.30, presentando un efecto inversamente proporcional a la sustitución.

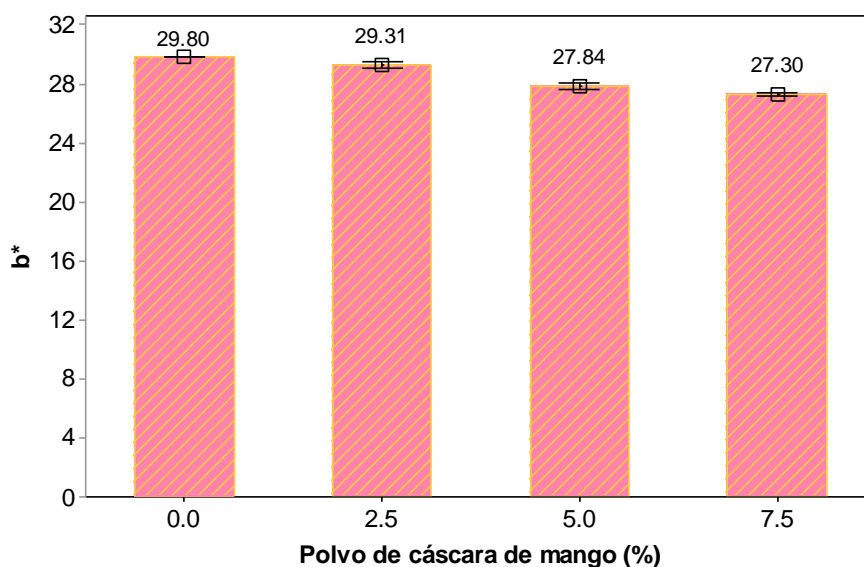


Figura 8. Variaciones de Cromaticidad b^* en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce.

Según Arvanitoyannis (2005) los valores de b^* indican la intensidad de amarillo o azul en un producto; si el valor es positivo el producto es más amarillo, si el valor es negativo el producto es más azul. Los pigmentos amarillos ocre propio del polvo de cáscara de mango permitió que la cromaticidad b^* de la galleta dulce, presente valores que disminuyen conforme aumenta la sustitución.

Viva de Toledo y otros (2017), evaluaron los efectos fisicoquímicos y sensoriales con respecto a la sustitución parcial de la harina de trigo con

polvos hechos de subproductos de piña, manzana y melón (0, 5, 10 y 15 %) en galletas, encontrando valores de cromaticidad b^* de 25.7 para muestra control y 18.92 para el tratamiento con 15 % de polvo de cáscara de melón y otros subproductos. Presentando valores similares a los encontrados en esta investigación.

Cabe mencionar que el polvo de cáscara de mango varía el color inicial de la galleta y otros alimentos, según sea el porcentaje de sustitución, debido al color característico que presenta, así como indica Arvanitoyannis (2005)

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de b^* en galletas, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 15. Prueba de Levene para cromaticidad b^* en galleta dulce

Variable	Estadístico de Levene	P
b^*	1.570	0.248

Se puede observar claramente la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.01$), por lo tanto, se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar el mejor tratamiento.

En el Cuadro 16, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de cromaticidad b^* en galletas dulce, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Cuadro 16. Análisis de varianza para cromaticidad b^* en galleta dulce con polvo de cáscara de mango

Variable	Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	P
b^*	Sustitución	3	16.789	5.596	47.040	0.0
	Error	12	1.428	0.119		
	Total	15	18.217			

El análisis de varianza determinó que la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango presentó un efecto significativo sobre la cromaticidad b^* en galletas dulce.

Viva de Toledo y otros (2017), evaluaron las características, fisicoquímicas, color y sensoriales con respecto a la sustitución parcial de la harina de trigo por polvos hechos de subproductos de piña, manzana y melón (0, 5, 10 y 15 %) encontrando que el análisis de varianza indicó que la sustitución de harina de trigo por polvos de subproductos tuvieron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la Cromaticidad b^* en galletas dulces, mostrando un decrecimiento al aumentar la concentración de polvos de subproductos.

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de b^* en galletas, con la sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango

Cuadro 17. Prueba de Duncan para los valores de cromaticidad (b^*) en galleta dulce

Polvo de cáscara de mango (%)	Subgrupo	
	1	2
7.5	27.30	
5.0	27.84	
2.5		29.31
0.0		29.80

Se observa en el subgrupo 2, el control y tratamiento con 2.5 % de sustitución son estadísticamente iguales, con valores de 29.31 y 29.80, respectivamente.

4.3. Efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre el contenido de fibra cruda en galleta dulce

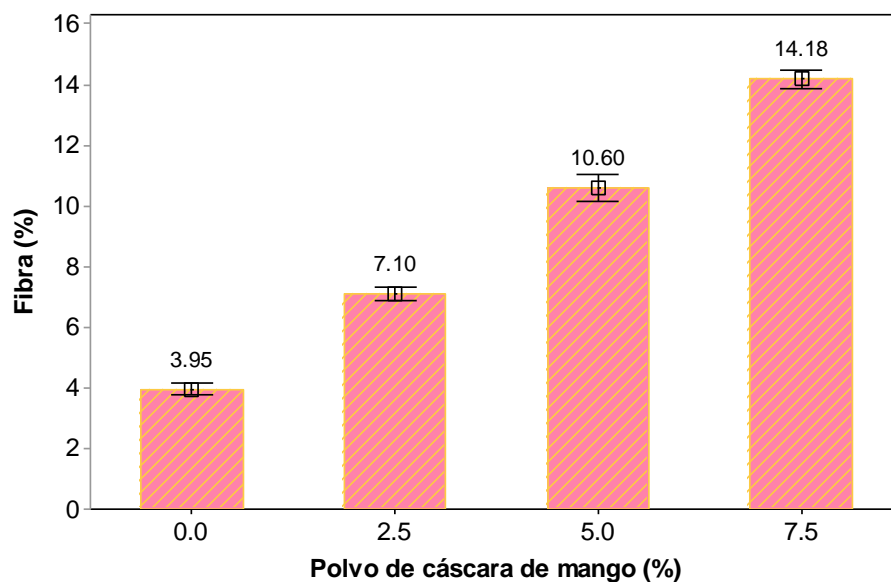


Figura 9. Fibra cruda en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce

En la Figura 9 se presenta los valores de fibra cruda en galletas dulce, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango, donde se observa que el contenido de fibra presentó un efecto

directamente proporcional a la sustitución, por ende, a mayor sustitución el contenido de fibra aumentó de 3.95 (muestra patrón) a 14.18 %, sustituyendo solo 7.5 % de la harina de trigo (ver Anexo 1).

Quispe (2011) elaboró galletas fortificadas con la sustitución de polvo de algarroba, soja y plátano en diferentes proporciones, encontrando valores de fibra cruda de 2.72, 1.86 y 1.6%, respectivamente, siendo valores por debajo a los encontrados en esta investigación, esta diferencia se puede deber a la naturaleza y composición de los alimentos ya que según Arvanitoyannis (2005), el mango contiene mayor fibra que el plátano y otros.

Viva de Toledo y otros (2017), evaluaron las características, fisicoquímicas, color y sensoriales con respecto a la sustitución parcial de la harina de trigo por polvos hechos de subproductos de piña, manzana y melón (0, 5, 10 y 15 %) encontrando valores de fibra cruda de 4.67 a 6.46 %, para muestra control y tratamiento con 15 % de polvo, respectivamente. Valores menores a los obtenidos en esta investigación, esto puede deberse a que el contenido de fibra en el mango es mayor a los subproductos empleados.

Cabe mencionar que la muestra patrón presentó el menor valor de fibra cruda (3.53 %) a diferencia del tratamiento F3 que presentó el mayor contenido de fibra cruda (16.83%), con un efecto directamente proporcional a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

Se puede observar que conforme aumenta la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango, el contenido de fibra aumentó hasta 16.83 %, (siendo el mayor) con 7.5 % de sustitución. Cabe mencionar que Pimentel (2015), evaluó el efecto de la sustitución (0, 3, 6, 9 y 12 %) de harina de brácteas de alcachofa sobre el contenido de fibra en galleta dulce, obteniendo valores de 0.39% (para muestra patrón) y 11.74% (para la F4), respectivamente.

En el Cuadro 18, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de fibra en galleta dulce, denotándose la existencia de homogeneidad de varianzas ($p>0.01$).

Cuadro 18. Prueba de Levene para fibra en galleta dulce

Estadístico de Levene	P
0.600	0.626

Se procedió a realizar el análisis de varianza y posteriormente la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

En el Cuadro 19, se presenta el análisis de varianza aplicado a los valores de fibra en galletas, con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango, el análisis de varianza determinó que la sustitución parcial de harina de trigo por polvo de cáscara de mango presentó un efecto significativo ($p<0.01$) sobre la firmeza en galletas dulce.

Cuadro 19. Análisis de varianza para los valores de fibra en galleta dulce

Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	P
Sustitución	3	233.641	77.880	207.340	0.000
Error	12	4.507	0.376		
Total	15	238.148			

En el Cuadro 20, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los valores de contenido de fibra en galletas, con la sustitución parcial de harina de trigo por polvo de cáscara de mango. Se observa en el subgrupo 4 al tratamiento con 7.5% de sustitución que presentó el mayor contenido de fibra de 14.18%.

Cuadro 20. Prueba Duncan para fibra en galleta dulce

Polvo de cáscara de mango (%)	Subgrupo			
	1	2	3	4
0.0	3.96			
2.5		7.10		
5.0			10.60	
7.5				14.18

4.4. Efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre la aceptabilidad general en galleta dulce

En la Figura 10, se observa la moda de aceptabilidad general en galletas con la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango.

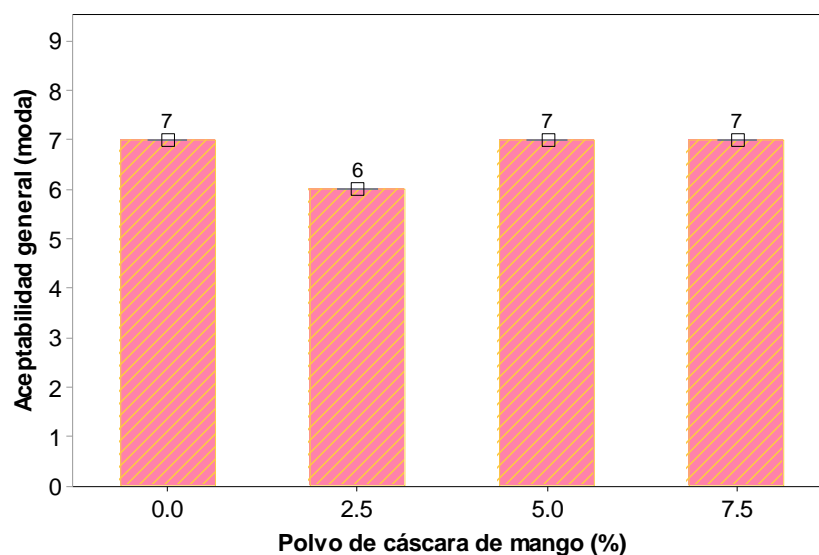


Figura 10. Moda en relación a la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango en galleta dulce

En el Cuadro 21, se presenta la prueba de Friedman para los valores de moda en galletas, donde se observó que la galleta con el 7.5 % de sustitución presentó una moda de 7, correspondiente a la percepción "Me gusta", pero no existió diferencia significativa ($p>0.01$) entre las muestras evaluadas.

Cuadro 21. Prueba Friedman para los valores de moda de aceptabilidad general en galleta dulce con polvo de cáscara de mango

Polvo de cáscara de mango (%)	Mediana estimada	Rango promedio	Moda
0.0	6.50	1.97	7
2.5	7.25	2.54	6
5.0	7.50	2.64	7
7.5	7.75	2.84	7
Chi		9.57	
P		0.023	

Quispe (2011), evaluó el grado de aceptabilidad general con un puntaje ascendente (del 1 al 5), características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas en galletas fortificadas con harina de algarroba, soja y plátano en un 7 %, la galleta con harina de plátano alcanzó la mayor moda (6.5) luego la soja (6) y finalmente la algarroba (7) valor cercano al obtenido en esta investigación, independientemente del alimento utilizado en la sustitución.

Cabe mencionar que la aceptación por parte de los panelistas depende de la calidad del producto y cuan agradable es, la naturaleza de la harina a sustituir cumple un papel muy importante ya que no siempre al aumentar la sustitución la aceptación por parte de los panelistas también aumenta, debido a que algunos alimentos tienden a ser más aceptados

por su dulzor como es el caso del plátano, claramente es más dulce que la algarroba y soja.

Pimentel (2015), elaboró galletas con polvo de brácteas de alcachofa (0, 3, 6 y 9 %) y evaluó la aceptabilidad general, obteniendo una moda de 8 con 3 % de sustitución, valor por encima al obtenido en esta investigación, aclarando que la sustitución con polvo de brácteas de alcachofa no es directamente proporcional ya que con 12 % de polvo de brácteas de alcachofa se obtuvo una moda de 4, siendo incluso menor al rango promedio del patrón (5).

V. CONCLUSIONES

Existió efecto significativo en la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango sobre la firmeza, color y contenido de fibra cruda en galletas dulces.

Se determinó que la mejor sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango fue la de 7.5% con una aceptabilidad general de una moda 7 a la percepción de “Me gusta” entre los panelistas, presentando valores de una firmeza de 39.16 N, una fibra cruda con un 14.18%, un color en los parámetros de L^* (52.98), para a^* de 9.08 y para b^* 27.30.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por polvo de cáscara de mango empleando diferentes temperaturas de horneado, sobre la firmeza, color, contenido de fibra y aceptabilidad general en galleta dulce.

Evaluar el efecto de la sustitución de harina de trigo por subproductos agroindustriales como melón, mandarina y limón.

Realizar un estudio de vida útil a la galleta dulce elaborado en esta investigación y compararlo con una galleta comercial.

Caracterizar el polvo de cascara de mango en sus propiedades fisicoquímicas.

A analizar el color de la harina de trigo y el polvo de cascara de mango

Realizar pruebas de evaluación sensorial con panelistas semi entrenados.

VII. BIBLIOGRAFIA

AGROBANCO. 2007. Producción de mango en el Perú. Recuperado en: http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/publicacionagroinforma/3_cultivo_del_mango.pdf.

Ajila, C.; Leelavathi, K. and Prasada, A. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science*.

Alvarez Y. C. 2012. Elaboración y caracterización de dos bebidas proteicas, una de base de quinua malteada y la otra a base de quinua sin maltear (*Chenopodium quinoa*). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú.

Alba, C., Días, M. Duran, M. y colaboradores. 2008. Ciencia, Tecnología e Industrias de Alimentos, primera edición. Colombia (Bogotá). Grupo Latino Editores.

Asociación peruana de productores y exportadores de mango (APEM). 2015. Perspectivas de la industria de exportación de mango peruano. Recuperado en: <http://www.peruvianmango.org/13congreso/12.pdf>

Anacafé. 2004. Cultivo de mango. Guatemala. Recuperado en: <http://portal.anacafe.org/Portal/Documents/Documents/2004-12/33/14/Cultivo%20de%20Mango.pdf>

Andina. 2014. Agencia peruana de noticias. Editora Perú. Recuperado en: <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-produccion-mango-se-incremento-40-durante-campana-2013-2014-504864.aspx>.

Anzaldúa – Morales, A. 2005. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la Práctica. Editorial Acribia. 2da Edición. Zaragoza, España.

Arvanitoyannis, I. 2005. Functional foods: A survey of health claims. University of Thessaly, Department of Agriculture, Volos, Hellas, Greece. 12, 1070 – 1102.

Bassinello, P. De Freitas, D. José Luiz, R. Ascheri, C. Takeitib, D, Carvalho, C. Oakuzu, S y Carvalho, D. 2011. Characterization of cookies formulated with rice and black bean extruded flours. *International Congress on Engineering and Food*. 11: 1645 – 1652.

Basso, C., Leal, F. y Sergent, E. 2011. Los cítricos. Guía de la cátedra de Manejo Agronómico de frutas y especies. Dpto Agronomía, Facultad de Agronomía, 37.

Campos, M., Cruz, A. y Cervantes, K. 2015. Subproductos obtenidos a partir de distintas cáscaras de fruta. Revista iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa. Codex Alimentarius Commission. (2009). Report on the 30th session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses. Alemania.

CORPOICA. 2008. Fresh Plaza. Obtenido de fresh plaza: recuperado de: http://www.freshplaza.es/news_detail.asp?id15708

Cohn, R. y Cohn, A.R. 1996. Subproductos del procesamiento de cítricos. Procesado de frutas, Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España.

Costa, F.; García, C.; Hernández, T. y Polo, A. 2011. Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización. Editorial Edkamed. Barcelona, España.

Esquivel, A. 2016. Efecto de la proporción de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) deshidratada sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de una barra alimenticia a base de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para optar el título en ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú.

Fierro, H y Jara, J. 2010. Estudio de la vida útil del pan de molde blanco. Tesina para obtener el grado de tecnólogo de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

García y Pacheco, 2007. Evaluación de galletas dulces tipo wafer a base de harina de arracha (*Arracacia xanthorrhiza*). Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.

García L. 2003. Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Mangifera indica* L) y su incorporación en galletas. Tesis para obtener el grado de ingeniero de alimentos. Universidad tecnológica de la Mixteca.

Hincapié, G., Vásquez, D., Galicia, C. y Hincapié, C. (2014). Propiedades técnicas funcionales de la fibra dietaria de cáscara de mango (*Mangifera indica* L.). Efecto del secado por convección. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 12: 153 – 160.

INEI. 2014. Exportación de mango. –Perú. Recuperado en: <http://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/divisas-por-exportacion-de-mango->

aumentaron-en-4024-7576/

Larrauri, J. 2004. Procesos para la obtención de productos en polvo con altas concentraciones en fibra dietética. Revista de la Sociedad chilena de tecnología de alimentos. Editorial Ciencia. Santiago de Chile, Chile.

Mantos A., Chambilla E. 2010. Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. Revista de investigación en ciencia y tecnología de alimentos. 12: 1067 – 1072.

Mateu, X. 2004. La fibra en la alimentación. Farmacia Hospitalaria. Editorial Edkamed. Barcelona, España.

Mejía A., Ramírez J. 2013. Modelo económico para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de mango y banano generados en la central mayorista de Antioquia. Investigación para optar al título de magister en medioambiente y desarrollo sostenible. Universidad de Manizales. Medellín.

Mejía L., Martínez H., Betancourt J. y otro, 2007. Aprovechamiento del residuo agroindustrial del mango común (*Mangifera indica* L.) en la obtención de azúcares fermentables, Volumen 3, número 6 ISSN 1794-9165: 41 – 42.

MINAGRI. 2017. Agrícola, pecuaria y avícola. Dirección general de políticas agrarias. Boletín estadístico de producción. Perfil técnico N°4. Mayo- 2017

Ospina M., Hernández E. y Lozano C. 2012. Estudio experimental del proceso de fermentación de residuos agroindustriales del mango (*Mangifera indica* L.). Usando *Saccharomyces cerevisiae*, Universidad Católica de Manizales, Facultad de Salud, Programa de Bacteriología.

Pérez, L. 2006. Caracterización fisicoquímica y funcional de harina de cascara de espárrago blanco (*Asparagus officinalis* L.) y evaluación sensorial de sustitución en galletas dulces. Tesis para optar el título en ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo – Perú.

Pimentel, L. 2015. Efecto de la sustitución de harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de brácteas de alcachofa (*cynara scolymus*) sobre el contenido de fibra cruda, firmeza instrumental y aceptabilidad general de galletas dulces. Tesis para optar el título en ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo – Perú.

Quispe, N. 2011. Propuesta técnica en obtención de galletas fortificadas utilizando harina de algarroba (*Prosopis pallida* L.), soja (*Glycine max* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* L.). Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias. Universidad Nacional de Piura.

Ramírez, R.; Quijada, O.; Castellano, G.; Burgos, M.; Camacho, R.; Marín, R. 2010. Características físicas y químicas de frutos de tercer cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en el municipio mara en la planicie de Maracaibo. Revista iberoamericana de tecnología postcosecha. México.

Sumaya, M., Sánchez, L., Torres, G. y García, D. 2012. Red de Valor del Mango y sus Desechos con Base en las Propiedades Nutricionales y Funcionales. Revista Mexicana de Agronegocios, p. 826.

Sánchez, B. 2005. Caracterización fisicoquímica y funcional de la fibra dietética de fruto de níspero (*Eryobotrya japonica*) y de la cascara de mango obo (*Mangifera indica* L.). Tesis de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. Huajuapán de León, Oax. México.

Torres, J, Caballero, B y Burgos, P. 2010. Análisis del aprovechamiento de subproductos del mango (*Mangifera indica* L.) para la obtención de compuestos farmacológicos y nutricionales, artículos técnicos, alimentaria. 417: 95 – 98.

Vergara, S. 2005. Obtención de fibra dietética antioxidante a partir de mango y su aplicación en productos de panificación. Tesis no publicada. Instituto Politécnico Nacional, coordinación general de posgrado e investigación.

Protonotariou, S., Batzaki, C., Yanniotis, S. y Mandala, I. 2016. Effect of jet milled whole wheat flour in biscuits properties. LWT – Food Science and Technology. 74: 106 – 113

Viva de Toledo, N. Porreli, P. Spoto, M y Cinniati – Brazaca, S. 2017. Influence of pineapple, apple and melon by products on cookies: Physicochemical and sensory aspects. International Journal of Food Science & Technology. 50: 1227 – 1237.

VIII. ANEXOS


Anexo 1. Valores de firmeza, color (L^* , a^* y b^*) y contenido de fibra en galleta dulce (1era, 2da y 3era repetición)

Harina de Cáscara de mango	Firmeza (N)	L^*	a^*	b^*	Fibra (%)
0	34.16635	62.82	4.92	29.82	3.381775
0	30.95363	62.58	5.55	29.73	4.347854
0	25.66254	65.29	4.25	29.79	4.058369
0	30.87978	66.83	5.68	29.85	4.031493
2.5	34.22285	60.26	6.25	29.7	7.626955
2.5	28.33813	57.94	7.08	29.68	6.950693
2.5	32.50881	60.36	6.76	29.02	6.622789
2.5	31.37377	59.4	5.94	28.85	7.201032
5	33.49553	55.5	8.93	28.15	9.589375
5	36.47367	54.34	8.49	27.12	10.44678
5	36.34831	56.08	8.7	28.02	10.58712
5	36.00429	54.99	8.59	28.07	11.75887
7.5	42.00128	52.87	9.02	27.6	14.95896
7.5	39.0909	53.13	9.1	27.14	14.33672
7.5	42.41857	53.08	9.08	27.16	13.65874
7.5	33.14899	52.82	9.11	27.31	13.7569

Anexo 2. Valores de aceptabilidad general

Panelista	Harina de cáscara de mango			
	0	2.5 %	5 %	7.5 %
1	5	6	7	7
2	7	8	9	6
3	5	6	7	7
4	7	6	5	8
5	9	7	9	8
6	5	6	8	7
7	7	9	8	8
8	8	8	9	9
9	8	9	9	8
10	8	9	6	6
11	8	5	6	7
12	7	6	8	7
13	7	8	7	9
14	8	6	7	9
15	6	8	7	8
16	6	7	8	8
17	7	9	7	6
18	7	7	8	9
19	8	8	7	9
20	9	8	6	7
21	7	8	7	7
22	5	6	9	8
23	7	9	8	7
24	7	9	8	6
25	6	9	8	9
26	7	6	5	8
27	7	8	6	9
28	4	9	8	6
29	6	6	7	7
30	6	7	7	8
31	7	7	8	6
32	7	8	9	7
33	5	6	9	8
34	7	6	5	9
35	8	7	7	9

Anexo 3. Ficha técnica de harina de trigo

 Molinera Inca S.A.	ESPECIFICACIONES TECNICAS		REF.: TEPESP11																								
CONTROL DE CALIDAD	HARINAS		PAG.: 1 de 1																								
GENERALES PRODUCTO Harina Especial INCA COMPOSICION CENTESIMAL 100 % Harina de Trigo Seleccionado PRESENTACION Saco 50, 30 y 25 kg ENVASE Polipropileno y/o Tocado y/o Papel Kraft IDENTIFICACION DE LOTE Tag o etiqueta autoadhesiva con código de identificación y Fecha de Producción: Día - Mes - Año VIDA UTIL 6 meses desde la fecha de producción (20°C y 65 % HR) CONDICIONES DE CONSERVACION En lugar fresco, seco y alejado de olores fuertes																											
CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS HUMEDAD 15.0 % Máximo CENIZAS 0.61 % Máximo (15 % Humedad) 0.72 % Máximo (Base Seca) ACIDEZ 0.10 % Máximo en H ₂ SO ₄ FORTIFICACION Hierro 55.0 mg / Kg harina (Mínimo) Tiamina 5.0 mg / Kg harina (Mínimo) Riboflavina 4.0 mg / Kg harina (Mínimo) Niacina 48.0 mg / Kg harina (Mínimo) Ácido Fólico 1.2 mg / Kg harina (Mínimo) ADITIVACION Aditivos alimentarios permitidos																											
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS (UFC/g) Salmonella n: 5, c: 0, m: Ausencia/25 g, M: --- Mohos n: 5, c: 2, m: 10 ⁴ , M: 10 ⁵ Escherichia coli n: 5, c: 2, m: 10, M: 10 ²																											
BASE TECNICA-LEGAL El presente producto es elaborado bajo las siguientes normas nacionales y extranjeras: <table border="0"> <tr> <td>NORMA TECNICA NACIONAL</td> <td>NTN 205.027</td> <td>AUT. SANIT.</td> <td>E4510309N LAMLIC - E4800509N SEMLIC</td> </tr> <tr> <td>REGLAMENTO DE LEY-FORTIFICACION</td> <td>D.S N° 012-2006-SA - Ley N° 28314</td> <td></td> <td>E4509406N NKAISA - E4509206N NKAISA</td> </tr> <tr> <td>NORMA MICROBIOLOGICA</td> <td>RM N° 591-2006/MINSA</td> <td></td> <td>E4509006N NKAISA</td> </tr> <tr> <td>NORMAS DE SEGURIDAD DE ALIM.</td> <td>BPM y HACCP</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROTOCOLOS DE ANALISIS</td> <td>AACC, AOAC y ICMSF</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>NTN 205.037 - NTN 205.038</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				NORMA TECNICA NACIONAL	NTN 205.027	AUT. SANIT.	E4510309N LAMLIC - E4800509N SEMLIC	REGLAMENTO DE LEY-FORTIFICACION	D.S N° 012-2006-SA - Ley N° 28314		E4509406N NKAISA - E4509206N NKAISA	NORMA MICROBIOLOGICA	RM N° 591-2006/MINSA		E4509006N NKAISA	NORMAS DE SEGURIDAD DE ALIM.	BPM y HACCP			PROTOCOLOS DE ANALISIS	AACC, AOAC y ICMSF				NTN 205.037 - NTN 205.038		
NORMA TECNICA NACIONAL	NTN 205.027	AUT. SANIT.	E4510309N LAMLIC - E4800509N SEMLIC																								
REGLAMENTO DE LEY-FORTIFICACION	D.S N° 012-2006-SA - Ley N° 28314		E4509406N NKAISA - E4509206N NKAISA																								
NORMA MICROBIOLOGICA	RM N° 591-2006/MINSA		E4509006N NKAISA																								
NORMAS DE SEGURIDAD DE ALIM.	BPM y HACCP																										
PROTOCOLOS DE ANALISIS	AACC, AOAC y ICMSF																										
	NTN 205.037 - NTN 205.038																										
ELABORADO POR: Luis Aguilar Díaz Analista de Calidad MT	REVISADO POR: Nasly Coello Costa Analista de Calidad	APROBADO POR: Jaime Sabogal Suji Jefe de Control de Calidad																									

Anexo 4. Proceso para elaborar polvo a partir de cáscara de mango mediante molienda



Anexo 5. Proceso de acondicionamiento de la masa para galleta dulce



Anexo 6. Proceso de formado y cortado de la masa para elaborar galleta dulce con polvo de cáscara de mango



Anexo 7. Proceso de horneado

Anexo 8. Evaluación de aceptabilidad general en galleta dulce



Anexo 9. Prueba de color y firmeza en galleta dulce

